



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
**BARCELONATECH**

**Escola Superior d'Agricultura de Barcelona**

# **AVANTPROJECTE D'UNA PISCIFACTORIA IMTA-RAS PER A LA PRODUCCIÓ DE 50 TONES ANUALS D'ORADA I 121 TONES ANUALS D'ULVA A ST. CARLES DE LA RÀPITA (TARRAGONA)**

Treball final de grau

Enginyeria Agrícola

Autor:

Lucas Orihuel Sánchez

Tutors:

Ingrid Masaló Llorca

Joan Oca Baradad

Data: 21/02/2020

## Resum

Aquest treball consisteix en la redacció d'un avantprojecte per a un promotor fictici, que desitja ampliar el seu negoci posant en marxa la producció d'orades (*Sparus aurata*) fixant un objectiu productiu de 50 tones anuals. L'encàrrec d'aquest promotor, consistiria a definir la tècnica i tecnologies a emprar per a aconseguir l'objectiu i realitzar un pressupost aproximat.

En l'avantprojecte es proposaran les solucions que es creguin convenientes per a aconseguir els objectius marcats, es justificaran les solucions adoptades, es dissenyaran unes instal·lacions concordes i es realitzarà un pressupost per a la realització del projecte.

Per a aconseguir la producció desitjada, s'ha decidit optar per la construcció d'una granja aquícola multitròfica en règim de recirculació. Es tracta d'un sistema en el qual hi ha una producció principal (orades), i altres secundàries d'organismes que actuen com a elements depuradors, de manera que permeten la reutilització de l'aigua.

Per a aquest projecte, s'ha proposat la utilització de l'alga verda *Ulva ohnoi* (enciam de mar) com a depurador de l'amoní produït pels peixos, i l'anemone *Anemonia viridis* (fideus de mar) com a detritívor. La producció d'aquests organismes, serveix en definitiva per a donar valor als residus produïts en la piscifactoria i augmentar així la seva rendibilitat, alhora que es redueixen costos de funcionament al no haver de gestionar aquests residus.

Per tant, s'han dissenyat unes instal·lacions per a aquest sistema, i s'han previst i organitzat les produccions emprant models de creixement. Les previsions realitzades i el pressupost calculat permetrien al promotor realitzar un estudi econòmic basant-se en el seu coneixement del mercat, i si es considerés viable, encarregar la redacció d'un projecte.

## Resumen

Este Trabajo consiste en la redacción de un anteproyecto para un promotor ficticio, que desea ampliar su negocio poniendo en marcha la producción de doradas (*Sparus aurata*) fijando un objetivo productivo de 50 toneladas anuales. El encargo de dicho promotor, consistiría en definir la técnica y tecnologías a emplear para alcanzar el objetivo y realizar un presupuesto aproximado.

En el anteproyecto se propondrán las soluciones que se crean convenientes para alcanzar los objetivos marcados, se justificarán las soluciones adoptadas, se diseñarán unas instalaciones acordes y se realizará un presupuesto para la realización del proyecto.

Para alcanzar la producción deseada, se ha decidido optar por la construcción de una granja acuícola multitrófica en régimen de recirculación. Se trata de un sistema en el cual hay una producción principal (doradas), y otras secundarias de organismos que actúan como elementos depuradores, de manera que permiten la reutilización del agua.

Para este proyecto, se ha propuesto la utilización del alga verde *Ulva ohnoi* (lechuga de mar) como depurador del amonio producido por los peces, y la anémona *Anemonia viridis* (ortiga de mar) como detritívoro. La producción de estos organismos sirve en definitiva para valorizar los residuos producidos en la piscifactoría y aumentar así su rentabilidad, a la vez que se reducen costes de funcionamiento al no tener que gestionar dichos residuos.

Por lo tanto, se han diseñado unas instalaciones para este sistema, y se han previsto y organizado las producciones empleando modelos de crecimiento. Las previsiones realizadas y el presupuesto calculado permitirían al promotor realizar un estudio económico basándose en su conocimiento del mercado, y si se considerase viable, encargar la redacción de un proyecto.

## Abstract

This work consists of the drafting of a preliminary project for a fictitious promoter, who wishes to expand his business by starting up the production of sea bream (*Sparus aurata*), setting a production target of 50 tons per year. The assignment of this promoter would consist of defining the technique and technologies to be used to reach the objective and to make an approximate budget.

The preliminary project will propose the solutions that are considered appropriate to achieve the objectives set, justify the solutions adopted, design facilities and make a budget for the implementation of the project.

In order to achieve the desired production, it has been decided to opt for the construction of a multitrophic aquaculture farm under a recirculation system. This is a system in which there is a main production (gilthead bream), and other secondary production from organisms that act as purifying elements, so that the water can be reused.

For this project, it has been proposed to use the green alga *Ulva ohnoi* (sea lettuce) as a purifier of the ammonium produced by fish, and the anemone *Anemonia viridis* (snakelocks anemone) as a detritivore. The production of these organisms serves to recover the waste produced on the fish farm, and thus increase its profitability, while reducing operating costs by not having to manage this waste.

Therefore, facilities have been designed for this system, and production has been planned and organized using growth models. The forecasts made and the budget calculated would enable the developer to carry out an economic study based on its knowledge of the market and, if considered viable, to commission a project.

# INDEX GENERAL

## DOCUMENT 1:

- **Memòria.....5**
  - Objecte
  - Antecedents
  - Bases del projecte
  - Estudi d'alternatives
  - Enginyeria del procés
  - Enginyeria de les obres i instal·lacions
  - Pressupost
  - Bibliografia

## DOCUMENT 2:

- **Annexes.....108**
  - Annex I: Programa de producció
  - Annex II: Alimentació
  - Annex III: Càlculs hidràulics
  - Annex IV: Pressupost

## DOCUMENT 3:

- **Plànols.....157**
  - Situació
  - Planta general
  - Planta de la nau amb instal·lacions
  - Canal del filtre mecànic i biofiltre

# DOCUMENT 1: MEMÒRIA

## Índex de la memòria

<b>1. OBJECTE</b>	<b>7</b>
<b>2. ANTECEDENTS</b>	<b>8</b>
2.1. Motivacions .....	9
2.2. Plans i programes .....	9
<b>3. BASES DEL PROJECTE</b>	<b>10</b>
3.1. Directrius .....	10
3.2. Condicionants imposats pel promotor .....	10
3.3. Condicionants ambientals .....	11
3.4. Afectació legislativa .....	13
3.4.1. Regulació Urbanística .....	13
3.4.2. Regulació de l'activitat aquícola .....	15
3.4.3. Regulació ambiental .....	16
<b>4. ESTUDI D'ALTERNATIVES</b>	<b>18</b>
4.1. Elecció del procés productiu .....	18
4.2. Elecció de les espècies a produir .....	22
4.3. Capacitat de producció en el cultiu d'algues .....	24
4.4. Localització .....	25
4.4.1. Compatibilitat climàtica .....	25
4.4.2. Condicionants urbanístics .....	28
<b>5. ENGINYERIA DEL PROCÉS</b>	<b>29</b>
5.1. Identificació d'activitats .....	29
5.2. Pre-engreix i engreix de <i>Sparus aurata</i> .....	30
5.2.1. Programa de producció .....	30
5.2.2. Alimentació .....	35
5.3. Cultiu de <i>Ulva ohnoi</i> .....	37
5.3.1. Programa productiu .....	37
5.4. Cabal i balanç de nitrogen i oxigen .....	40
5.4.1. Cabal de recirculació en funció de la producció d'amoni .....	41

5.4.2.	Cabal per al cultiu d'Ulva.....	44
5.4.3.	Cabal de renovació en funció de la concentració de N-NO <sub>3</sub> .....	45
5.4.4.	Balanç i necessitats d'oxigen .....	47
5.4.5.	Balanç de les concentracions de fòsfor .....	54
<b>6.</b>	<b>ENGINYERIA DE LES OBRES I INSTAL·LACIONS</b> .....	<b>57</b>
6.1.	Emplaçament .....	57
6.2.	Tancs de cultiu .....	58
6.2.1.	Engreix i pre-engreix d'orades .....	58
6.2.2.	Cultiu d'ulva.....	60
6.3.	Equipaments hidràulics .....	63
6.3.1.	Captació i abocament al mar.....	63
6.3.2.	Canonades.....	63
6.3.3.	Bombes.....	66
6.3.4.	Filtre mecànic.....	70
6.3.5.	Biofiltre .....	74
6.3.6.	Aireació .....	75
6.3.7.	Oxigenació .....	81
6.3.8.	Climatització.....	82
6.3.9.	Desinfecció .....	84
6.3.10.	Equipaments complementaris.....	86
6.4.	Construccions .....	88
6.4.1.	Estructures.....	88
6.4.2.	Estructura pel filtre mecànic, biofiltre i zona de captació .....	90
6.4.3.	Estructures pel cultiu d'ulva.....	95
6.4.4.	Bassa de decantació i cultiu d' <i>Anemonia viridis</i> .....	99
<b>7.</b>	<b>PRESSUPOST</b> .....	<b>103</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>105</b>

# 1. Objecte

## 1.1 Agents

Es redacta aquest avantprojecte a petició de l'empresa dedicada a la venda a l'engròs de productes pesquers i d'aqüicultura Pescados Y Mariscos Amposta S.A. , amb CIF A48024560, amb domicili social al Polígon Industrial Tosses c/ Brussel·les, 12 - APARTAT 167, Amposta, 43870, Tarragona

## 1.2 Naturalesa

El present avantprojecte constitueix un estudi per trobar la millor solució a la demanda del promotor. Amb les directrius i condicions imposades, es buscarà la solució més adient i es realitzaran els càlculs i consideracions tècniques per poder arribar a un pressupost aproximat i valorar la viabilitat de la materialització del projecte. L'avantprojecte ha de servir com a una guia o esquema general per a la realització futura d'un projecte d'enginyeria, redactat per un equip tècnic especialitzat.

La solució que es desenvoluparà en aquest avantprojecte, amb el vistiplau del promotor, consisteix en la construcció d'unes instal·lacions per a la producció d'orada o altres espècies marines amb un sistema d'aqüicultura multitròfica integrada (IMTA, per les seves sigles en anglès). Amb aquesta tècnica els subproductes de la producció dels peixos o mariscs (femtes, aliments no digerits) són aprofitats com a nutrients per altres organismes (mol·luscs, algues i d'altres). D'aquesta manera s'intenta reproduir els mutualismes que es donen de forma natural als ecosistemes. Aquesta tècnica quan es realitza en terra ferm amb sistemes de recirculació, té com a avantatge que els organismes secundaris actuen com a biofiltres naturals per als efluenters provinents dels cultius principals, en el cas de les algues a part de nodrir-se amb els residus dels peixos, aporten la pràctica totalitat de l'oxigen que necessiten, estalviant un cost molt important en l'aqüicultura de recirculació i obtenint una font d'ingressos addicional a la dels peixos.



## 1.3 Emplaçament

Les instal·lacions s'ubicaran al municipi de Sant Carles de la Ràpita, a la comarca del Montsià (Tarragona), polígon 12, parcel·la 98, amb referència cadastral 43138A012000980000SG.

La parcel·la actual té una superfície de 11044 m<sup>2</sup>, aquesta serà fraccionada i la part no útil per a la construcció de les instal·lacions romandrà propietat de l'actual propietari que l'annexionarà a la parcel·la contigua. En document 2 (plànols) es pot veure el plànol de situació.

## 2. Antecedents

L'aqüicultura és la producció a l'aigua d'animals i plantes, i no es tracta només d'un complement a la pesca, sinó la seva evolució natural, com la ramaderia i l'agricultura van substituir a la caça i la recol·lecció. Però a més té una projecció de futur superior, ja que els recursos necessaris per a produir un kilogram d'aliment apte pel consum són menors en l'aigua que a terra ferm. Les taxes de reproducció dels animals aquàtics són molt superiors i metabòlicament més eficients, ja que floten i consumeixen molt poca energia pel moviment i gens per mantenir la seva temperatura. En el cas de les plantes aquàtiques i les algues passa el mateix, són fotosintèticament molt més eficients que les plantes terrestres i amb l'avantatge de què aporten components nutricionals i medicinals diferents.

Actualment la pesca extractiva és completament insuficient per cobrir la demanda de productes pesquers, ja que amb la sobreexplotació dels caladors i la degradació dels ecosistemes marins les extraccions són cada vegada menors mentre que la demanda creix. Així, l'aqüicultura s'està convertint cada cop més en la principal font de peixos i mariscs al món, segons la FAO l'aqüicultura suposarà l'única possibilitat de mantenir el consum de peix en la dieta. La producció aquícola mundial (pesca i aquicultura), va ser a l'any 2017 de 205,6 milions de tones, un 3.5% superior a l'any anterior (FAO 2018). Aquesta producció ha crescut de forma continuada durant les últimes dècades a un ritme mitjà de 2.45%, superant el ritme de creixement de la població mundial. Segons l'informe

Sofia del 2018 de la FAO, el consum per càpita mundial de productes aquàtics ha passat de 9 kg l'any 1961 a 20,5 kg el 2017. I per satisfer aquesta demanda incansable, l'aqüicultura ja produeix més que la pesca extractiva, un 54,5% de la producció global enfront del 45,5% de la pesca.

És evident que si els ecosistemes marins es troben en greu perill per la seva sobreexplotació, contaminació de les aigües i augment de la temperatura, l'aqüicultura ha de ser part de la solució i no contribuir més a la degradació. D'aquesta manera l'aqüicultura en terra amb recirculació, en enfront de la que es realitza al mar, és la millor alternativa. Tot i necessitar una inversió econòmica superior, permet produir de manera més eficient, optimitzant al màxim els recursos sense repercutir en l'entorn.

## **2.1. Motivacions**

L'objectiu de l'empresa és satisfer la demanda creixent dels seus clients en l'abastiment de peixos frescos. Volen proveir un producte de qualitat superior al dels seus competidors, i al que ofereixen actualment, en poder sacrificar sota demanda i escurçar molt el temps de transport. Actualment una bona part de les orades que comercialitza l'empresa provenen de l'estranger, per la qual cosa la frescor del producte no sempre és la desitjable.

Es considera la possibilitat de tindre una producció pròpia gràcies al creixement continuat del volum de producte expedit que ha tingut l'empresa en els últims anys. A més de la bona salut econòmica de l'empresa, l'arribada d'un nou soci capitalista, ha impulsat la idea d'escurçar un pas en la cadena de distribució amb una producció pròpia.

## **2.2. Plans i programes**

La intenció del promotor de moment és estudiar la viabilitat econòmica de tindre la seva pròpia producció de peixos, començant per una explotació petita d'una sola espècie. Si el

projecte donés bons resultats, es planteja la possibilitat d'abandonar completament la distribució de productes de tercers i oferir exclusivament productes propis.

No hi ha fixada cap data per assolir aquests objectius, pel moment només es pretén estudiar la viabilitat econòmica d'aquesta transformació.

## **3. Bases del projecte**

### **3.1. Directrius**

Després de realitzar els seus propis estudis i avaluacions, els promotors consideren que el producte que més els hi interessa produir és l'orada (*Sparus aurata*), i xifren un objectiu productiu en 50 tones anuals.

Volen garantir als seus clients la frescor i la qualitat general del producte, apunten la necessitat de poder collir els peixos i expedir-los ràpidament sense haver de recórrer a la ultracongelació.

També consideren la possibilitat d'obtenir la certificació europea d'aqüicultura sostenible, per tal de donar valor afegit al producte i evitar danys en els ecosistemes marins del delta de l'Ebre, prou amenaçats per l'eutrofització de les aigües fluvials.

### **3.2. Condicionants imposats pel promotor**

El promotor condiciona l'avantprojecte a les següents premisses:

- Es requereix una productivitat mensual de 4t d'orada (50t anuals), les quals es comercialitzaran a un ritme variable depenent de la demanda, però els lots hauran d'arribar a la mida comercial a l'inici de cada mes. Si al final d'un mes els peixos d'un lot no s'han comercialitzat, s'haurà de procedir a la congelació i emmagatzematge dels mateixos per no superar la capacitat de càrrega de les instal·lacions.

- La mida objectiu de les orades haurà de rondar els 450 g, és la mida més demanda pel mercat i la més òptima productivament.
- Les instal·lacions han de ser adaptables a diferents productivitats, superiors o inferiors; i a altres espècies de peixos d'aigua marina.
- La producció ha de ser el més eficient possible, mantenint un equilibri òptim entre productivitat i consum de recursos, i l'efluent d'aigua cap al mar ha de ser el més net possible per minimitzar l'impacte ambiental en les aigües del delta de l'Ebre.
- Les instal·lacions s'hauran de trobar a menys de 20 km del centre de distribució de l'empresa, situat al municipi d'Ampostà.

### 3.3. Condicionants ambientals

La temperatura és el principal condicionant ambiental per a l'aqüicultura. Les orades, al ser animals poiquilòtermes, tenen la seva activitat, l'alimentació i per tant el ritme de creixement, totalment lligats a la temperatura de l'aigua. Aquest fet els hi permet ser més eficients bioquímicament que molts animals al no consumir recursos per regular la seva temperatura, però en contrapartida tenen zones de distribució més limitades i fora dels seus rangs òptims de temperatures és impossible fer un cultiu rendible.

Així doncs s'han estudiat les temperatures ambientals i de l'aigua de mar. Les temperatures ambientals (taula 3-1) condicionen en part les temperatures del mar, però tindrien encara un efecte major sobre el cultiu si aquest estigues basat en terra. Pertanyen a l'estació meteorològica d'Alcanar, situada dins del radi on es preveu la implantació del projecte.

Taula 3-1. Temperatures mitjanes ambientals (°C), (Font: SMC, elaboració pròpia)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	ANY
<b>T. Mitjana [°C]</b>	10	10.3	12.1	14.7	17.8	21.6	24.5	24.8	22.1	18.5	13.7	10.5	<b>16.7</b>
<b>T. Max. Mitjana [°C]</b>	14.7	15.1	16.7	19	22.1	25.5	28.4	28.7	26.4	22.8	18.4	15.2	<b>21.1</b>
<b>T. Min. Mitjana [°C]</b>	5.5	5.8	7.5	10.2	13	17	20.1	20.7	17.8	14.4	9.5	6.3	<b>12.3</b>

La temperatura de l'aigua del mar, és sense dubte, la variable local més important a considerar. En l'aqüicultura en gàbies marines suposa grans diferències en el temps de cultiu entre localitzacions, i influeix en els preus en diferents períodes de l'any. A la taula 3-2 es mostren dades de temperatures superficials de l'aigua de mar a Sant Carles de la Ràpita, aquestes han sigut recollides pel satèl·lit de l'Administració Nacional Oceànica i Atmosfèrica (NOAA) dels Estats Units. Aquestes dades són fruit de mitjanes de dades històriques. Com veiem, es tracten de temperatures temperades, idònies per l'aqüicultura marina.

Taula 3-2. Temperatures superficials de l'aigua de mar (Font: seatemperature.org, elaboració pròpia)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	ANY
<b>Min °C</b>	12,5	12,3	12,8	13,4	15,6	19	22,1	23,7	22,2	19,5	16,2	13,7	-
<b>Max °C</b>	14,7	14,2	14,9	17,7	21,3	26,2	26,7	27	26,4	24,2	21,2	17,5	-
<b>Mitja °C</b>	13,6	13,3	13,5	15,6	18,5	22,6	24,4	25,4	24,3	21,9	18,7	15,6	18,6

### 3.4. Afectació legislativa

En aquest apartat es recull el compendi de lleis que afectaran la materialització i funcionament del projecte.

#### 3.4.1. Regulació Urbanística

El Pla d'ordenació urbanística municipal (POUM) de l'ajuntament de Sant Carles de la Ràpita, publicat al DOGC de 12 de maig de 2014, classifica el sol i condiona l'edificació de la següent manera:

- Segons el Pla Director Urbanístic del Sistema Costaner (PDUSC), la parcel·la on s'ubicarà la piscifactoria es classifica amb el codi NU2-C1 , sol no urbanitzable costaner. Aquests sols són *“aquells sòls caracteritzats bé pel seu valor de connexió entre àmbits de sòl d'especial qualitat a fi de garantir la continuïtat d'aquests amb els espais del sistema costaner que integren elements morfològics significatius, o bé pels seus valors específics”*.
- En l'article 235 del POUM s'estableixen les condicions de regulació i d'ús. S'admeten, entre d'altres, els següents usos:

*“Els usos i activitats agrícoles, ramaderes i forestals, així com les construccions, edificacions i instal·lacions de nova implantació directament vinculades a les esmentades activitats...”*

*“Els projectes d'usos, obres, instal·lacions i construccions admesos que poden ser admissibles només es podran autoritzar prèvia formulació d'un estudi paisatgístic que haurà d'ésser degudament informat per l'òrgan competent en la matèria i quan es compleixin les condicions i exigències que assenyalen els apartats 5, 6, 7 i 8 de l'article 2.7 del Pla Territorial Parcial de les Terres de*

*l'Ebre, per tal de garantir que no afectaran els valors que motiven la protecció especial d'aquest sòl."*

- En l'article 235 del POUM també es fixen les següents condicions per als usos dels sols no urbanitzables:
  - *"La circulació amb vehicles motoritzats s'ha de limitar a les carreteres i camins degudament habilitats, excepció feta de la relacionada amb les activitats permeses i la dels serveis públics d'emergència."*
  - *"Totes les activitats de naturalesa rústica que exigeixin moviments de terra, amb la finalitat d'implantar noves instal·lacions, efectuar rompudes o artigatges per a nous conreus s'ha de subjectar al procediment de l'article 48 del Text refós de la llei d'urbanisme."*
- Les noves construccions en sol no urbanitzable estaran sotmeses a les següents condicions, recollides en els articles 220 i 221 de POUM:
  - *Els cossos sobre la coberta de l'edifici (panells de captació d'energia solar, etc) quedaran integrats en la composició projectual de l'edifici o ocults.*
  - *La separació de l'edificació a la tanca del camí d'accés serà de 8 metres i de 5 metres a les altres partions.*
  - *Totes les edificacions hauran de disposar d'elements de tractament de les aigües residuals que garanteixin efluents no contaminants. No s'atorgarà llicència de cap mena que no inclogui la realització d'una instal·lació de tractament d'aquestes.*
  - *Les construccions que es projectin tindran uns materials, acabats, colors i volumetria que garanteixi una adequada integració a les condicions naturals de l'entorn, amb volumetries baixes, definides amb materials de pedra o d'obra amb acabat arrebossat o estuc i amb la utilització de colors de la gama dels terrossos i del blanc.*
  - *No s'admetran noves edificacions en terrenys amb un pendent superior al 20%.*
  - *La superfície de sostre màxima admesa per a la construcció de granges és de 500 m<sup>2</sup> amb una altura màxima de 3 metres.*

- *La distància mínima de l'edificació a tots els límits de la finca serà de 8 metres a vial i 5 a d'altres llandars.*
- *Els hivernacles se situaran a una distància mínima de 5 m. del límit de la finca, tindran una altura màxima de 4 m., amb una superfície màxima de 2.000 m2.*

*En els supòsits en què es justifiqui la necessitat de disposar d'unes condicions d'edificació en què de les edificacions vinculades a l'explotació agrària superiors a les establertes en aquest POUM, l'interessat haurà de tramitar una Pla especial urbanístic a fi i efecte de la procedir a la seva fixació motivada en la necessitat invocada, prèvia a l'elaboració i tramitació del corresponent projecte.*

- Per obtenir la llicència d'obres en sol no urbanitzable, s'hauran de complir amb les condicions establertes en l'article 70 del POUM.

### **3.4.2. Regulació de l'activitat aquícola**

La llei 2/2010 del 18 de febrer de la Generalitat de Catalunya, de pesca i acció marítimes és la que regula les activitats relacionades amb l'aqüicultura.

- Per a la obtenció d'autoritzacions i concessions, en l'article 48 s'estableix que:

*“els establiments d'aqüicultura que ocupin porcions del domini públic marítime-terrestre resten sotmesos a la concessió administrativa del departament competent en matèria de pesca i acció marítimes, amb l'informe de l'òrgan competent sobre el domini públic afectat, en els termes que estableix la normativa aplicable.”*

- Per a la tramitació de les sol·licituds, en l'article 49 es recullen les següents condicions:
  - *“Les persones interessades a construir i explotar un establiment d'aqüicultura han de presentar la sol·licitud d'autorització o de concessió*



*al departament competent en matèria de pesca i acció marítimes, acompanyada del projecte constructiu, si escau, i d'una memòria tècnica, una memòria bio-lògica, un estudi de viabilitat econòmica i un estudi d'avaluació de l'impacte ambiental, en els termes que es determinin per reglament.”*

- *“L’atorgament de les autoritzacions i les concessions d’aqüicultura s’ha de notificar a la persona sol·licitant i s’ha de publicar en el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.”*
- La llei, estableix en l'article 57 les obligacions dels titulars d'establiments d'aqüicultura, els més importants són:
  - *Instal·lar i explotar l'establiment i cultivar exemplars de les espècies autoritzades, directament, sens perjudici dels casos excepcionals en què s'autoritzi l'arrendament, i sempre d'acord amb el projecte aprovat i amb el contingut de l'autorització o la concessió.*
  - *Tenir cura del bon estat de l'establiment i de l'explotació i de minimitzar-ne els efectes sobre el medi.*
  - *Inscriure's en el Registre de Pesca i Aqüicultura de Catalunya que crea i regula l'article 96 i en els altres registres establerts per la normativa vigent.*
  - *Portar un registre, amb les dades i l'estructura que es determinin per reglament, i posar-lo a disposició dels serveis i les autoritats de control i d'inspecció.*
  - *Comercialitzar els productes conreats d'acord amb la normativa establerta per reglament*
  - *Abonar el cànon d'acord amb l' article 60*

### **3.4.3. Regulació ambiental**

- D'acord amb el Text Refós de la Llei d'Urbanisme i el Reglament de la Llei de protecció, gestió i ordenació del paisatge, aprovat mitjançant el Decret 343/2006, és preceptiu l'informe d'impacte i integració paisatgística en el supòsit de:

*“Projectes de construccions i dependències pròpies d’una activitat agrícola, ramadera, d’explotació de recursos naturals o, en general, rústica a què fa referència l’apartat 6, lletra a) de l’article 47 del Text refós, quan superin algun dels següents paràmetres:*

*Ocupació en planta: 500 m².*

*Sostre: 1.000 m².*

*Alçada total: 7 m.*

- La llei 20/2009 del 4 de desembre de la Generalitat catalana, estableix en l’annex II les activitats sotmeses al règim de llicència ambiental i en el punt 11.2 es detallen les *“Instal·lacions per a l’aqüicultura intensiva, amb una capacitat de producció superior a 500 tones per any”*

En l’article 34 de la llei s’estableixen les condicions de la declaració d’impacte ambiental d’activitats sotmeses a la llicència ambiental.

En el capítol III del Títol III de la llei, s’especifiquen l’organització i el procediment per a l’obtenció de la llicència ambiental.

- L’activitat haurà de complir amb l’establert a l’ordenança municipal reguladora de sorolls i vibracions, recollida al POUM.

## 4. Estudi d'alternatives

En aquest estudi s'identificaran, contrastaran i avaluaran les alternatives estratègiques més importants que s'han presentat durant la definició de la millor estratègia per a assolir els objectius marcats pels promotors.

S'identificaran doncs, algunes de les alternatives que es poden presentar al principi de la formulació d'un projecte; com els processos i tecnologies, localització, volum de producció... Deixant la identificació de les menys importants (alternatives tàctiques) per a la casuística del projecte d'execució.

### 4.1. Elecció del procés productiu

L'elecció del procés productiu constitueix una de les decisions més importants alhora de definir un projecte d'aqüicultura. Tot i partir d'uns condicionants imposats pel promotor (espècie a produir, quantitat de producció, qualitat, localització...), existeixen múltiples tècniques d'aqüicultura amb diferents graus de tecnificació i cadascuna amb els seus avantatges i desavantatges.

#### **Aqüicultura marina costanera**

Partint del plantejament inicial dictat per l'empresa promotora de produir 50 tones anuals d'orada en els voltants de la seva seu, situada a Amposta; la primera opció que sorgeix és la de crear una piscifactoria marina, consistent en gàbies flotants situades a prop de la costa.

Actualment és la tècnica més emprada per a la producció d'orada, té l'avantatge d'uns costos d'instal·lació i funcionament més baixos que d'altres, i és una bona opció per a la transformació del sector pesquer, ja que les operacions de cria requereixen una flota pesquera amb unes mínimes adaptacions.

Malgrat això, aquesta opció presenta uns inconvenients que la fan incompatible amb els objectius del promotor:

- L'aqüicultura marina té un impacte ambiental important en el medi en el qual s'estableix. Les produccions intensives en el mar produeixen una gran quantitat

de residus orgànics que afecten negativament als ecosistemes bentònics propers a la granja. A més els peixos es troben més exposats a malalties i paràsits per la qual cosa es consumeixen majors quantitats d'antibiòtics i altres medicaments que acaben afectant a l'ecosistema, a més dels algicides emprats per netejar les xarxes. També existeix el problema dels alliberaments accidentals, el que provoca una alteració genètica en les poblacions autòctones. En la zona del Delta de l'Ebre, aquesta problemàtica resulta de gran importància, ja que la zona ja existeix una certa pressió de l'aqüicultura.

- En aquest tipus d'explotacions només es pot fer l'engreix dels peixos, ja que els alevins requereixen unes condicions especials de cultiu que mar obert són impossibles de garantir. Per evitar mortalitats molt altes i altres complicacions, s'adquireixen alevins d'uns 20 grams criats en granges terrestres, el que suposa un cost extra respecte altres sistemes que permeten fer el pre-engreix.
- Presenta unes complicacions logístiques importants per a aquesta empresa, ja que actualment no es disposen de les embarcacions necessàries per a l'activitat ni d'un centre de recepció en cap port de la zona. A més el control sobre la producció és molt inferior, obtenint productivitats més baixes i mortalitats superiors. L'alimentació no es pot automatitzar, la qual cosa implica haver d'anar fins a l'explotació varies vegades al dia i els dies en què no es pot navegar els peixos no s'alimenten. No es pot controlar la temperatura de l'aigua per lo que la ingesta i per tant el ritme de creixement és molt inferior en comparació a altres sistemes.
- L'impossibilitat de controlar la càrrega patogènica de l'aigua propícia la necessitat de fer servir tractaments que empitjoren la qualitat ambiental i impedeixen l'obtenció de certificacions de sostenibilitat.
- La dificultat dels tràmits administratius per obtenir les concessions d'aqüicultura marina, suposa una dificultat afegida per l'elecció d'aquesta tècnica. A Catalunya el temps d'espera per a l'obtenció de les concessions és d'un mínim de 24 mesos

i es sotmeten a concurs públic. A més a la zona del delta de l'Ebre l'expectativa d'obtenir noves concessions és complicada, donada la fragilitat de l'ecosistema.

### **Aqüicultura en parcs terrestres**

Aquest model d'aqüicultura es desenvolupa en grans estancs excavats a la terra, sovint en antigues zones salineres o maresmes, és un model emprat per a l'engreix d'orada, llobarro o corball. Es tracta d'una forma d'aqüicultura extensiva tradicional amb un arrelament a certes zones, entre d'altres en el Delta de l'Ebre, però el nombre d'explotacions d'aquest tipus en l'àmbit nacional ha anat disminuint amb el temps.

Té un impacte paisatgístic i ambiental inferior que l'opció anterior amb un cost d'establiment i funcionament baix, donada la poca tecnificació de l'activitat.

En contrapartida requereix una gran superfície per assolir la producció objectiu, i els promotors veuen molt complicat trobar uns terrenys adients per a aquesta activitat a la zona.

Aquestes instal·lacions, tot i ser més integrades ambientalment, no permeten controlar totalment la qualitat dels efluent, pel que continuen tenint un impacte ambiental i no permeten assolir nivells de productivitat ni de qualitat tan alts com altres sistemes. Els peixos continuen exposats a les temperatures i els patògens exteriors, com en el cas anterior.

Per aquestes raons, per al moment es descartarà aquesta alternativa i es buscaran altres opcions que estiguin en major concordança amb els objectius dels promotors.

### **Aqüicultura terrestre en recirculació**

Aquest sistema consisteix en la utilització de tancs d'obra a prop de la costa que capten l'aigua directament del mar o de pous excavats, s'apliquen tractaments de depuració i es reutilitza el màxim possible abans de tornar-la al mar.

Aquest sistema suposa un salt tecnològic important respecte les tècniques anteriors, cosa que permet tindre un control molt alt sobre les condicions ambientals per a la cria (temperatura, càrrega patogènica, pH...) i sobre els efluent que s'emeten al mar. És per tant la tècnica que permet tindre una major productivitat, una major qualitat de producte i un menor impacte sobre el medi.

Segons càlculs aproximats i només tenint en compte la diferència de temperatura, per obtenir una orada de 450 g en un sistema en recirculació, caldrien 12,5 mesos de cria, mentre que en un sistema sense control, per arribar a la mateixa mida necessitarien vint-i-un mesos. A més, en aquestes explotacions es pot fer el pre-engreix dels alevins a partir del 3-4 g, mentre que en una explotació a mar obert només es pot fer l'engreix (a partir dels 20 g), ja que els peixos no són prou grans per suportar les condicions ambientalment adverses del mar obert.

El sistema permet també produir emprant una menor superfície en poder augmentar la densitat fins als 40 kg m<sup>-3</sup>, gràcies a la utilització d'oxigenació artificial. Aquest fet també representa un avantatge respecte al sistema en parcs terrestres.

El principal inconvenient que presenta aquesta tècnica és l'elevat cost d'instal·lació i de funcionament al consumir electricitat i oxigen constantment. Aquestes despeses podrien condicionar molt la viabilitat de l'explotació donat que l'orada no és un peix amb un valor molt alt comparant-lo amb altres espècies aqüícoles.

D'entre totes les opcions presentades, aquesta és la que millor s'adapta als condicionants i objectius dels promotors, però preocupa la viabilitat econòmica de l'explotació. Per tant es demana estudiar aquesta opció en major profunditat i buscar una manera d'augmentar la seva rendibilitat si s'escau.

### **Aqüicultura multitròfica integrada (AMTI) en recirculació**

Aquesta tècnica representa una evolució respecte de l'anterior, al introduir el cultiu d'altres organismes marins en el mateix cicle productiu. Aquests organismes s'alimenten a partir dels efluents dels tancs de peixos, purificant l'aigua que tornarà als mateixos peixos.

Emprant aquest sistema s'augmenta la sostenibilitat de l'explotació, ja que permet reduir la dependència d'equips de depuració i d'oxigenació (en cas del cultiu d'algues).

D'entrada, la implantació d'un sistema multitròfic requeriria una inversió superior a un que només contemplés la recirculació d'aigua, ja que cal adequar una zona destinada al cultiu complementari, però aquesta despesa s'hauria de veure ràpidament rendibilitzada gràcies als ingressos complementaris i l'estalvi en inputs.

Finalment es decideix prendre aquesta via productiva per estudiar en major profunditat i avaluar a posteriori la viabilitat econòmica de l'execució del projecte.

## **4.2. Elecció de les espècies a produir**

El principal condicionant del projecte era el de produir orades, però també s'obria la possibilitat de produir altres espècies marines. Amb les mateixes instal·lacions destinades a la producció d'orada es podrien produir llobarros i corballs, només alterant alguns aspectes de la gestió. I realitzant algunes modificacions senzilles es podrien produir llenguados i rèmolos. Així doncs, les instal·lacions es dissenyaran tenint en compte les particularitats de l'orada, però la possibilitat de produir una altra espècie o varies espècies simultàniament sempre estaria oberta; això sí, amb un altre volum de producció.

Un cop s'ha optat per l'aqüicultura multitròfica en recirculació com a millor alternativa per a la producció d'orades, el següent pas és l'elecció dels altres organismes que participaran en el sistema i aportaran una font d'ingressos complementària. En un sistema AMTI les possibilitats de combinació d'espècies són quasi infinites, però el concepte general és sempre el mateix, aprofitar al màxim la matèria orgànica produïda pels peixos. Normalment els sistemes en mar obert consisteixen en el cultiu de peixos,

seguit de mol·luscos filtradors que absorbeixen matèria orgànica en partícules molt petites, i finalment un cultiu de macroalgues que absorbeixen la matèria orgànica dissolta.

Però en sistemes en terra es pot introduir un altre cultiu de detritívors que aprofiten la matèria orgànica en partícules més grans, com són el pinso sense menjar i les femtes sòlides. Entre aquests tots aquests trofismes existeixen centenars d'espècies que es podrien emprar, per tant ens hem d'inspirar en els sistemes existents i de funcionalitat comprovada.

Els organismes més estudiats en aquest tipus de sistemes i amb més potencial productiu sota els condicionants locals són:

- Com a algues: *Porphyra spp.*, *Ulva spp.*, *Gracilaria spp.* i *Chondrus crispus*
- Com a detritívors: *Anemonia viridis*, *Nereis aibuhitensis* i *Arenicola marina*

Per preferències dels promotors es decideix prescindir del cultiu de mol·luscs filtradors, ja que a la zona existeix una gran producció d'ostres i musclos i no volen entrar en competència amb els seus propis proveïdors (ja que l'empresa distribueix aquests mariscs). Això no suposa un problema per al sistema, ja que el que no assimilessin els mol·luscs passaria a ser aprofitat pels detritívors.

Seguint les recomanacions dels investigadors del centre d'aqüicultura de l'IRTA situat a Sant Carles de la Ràpita, ens decidim per integrar el cultiu d'***Ulva ohnoi*** (enciam marí) com a organisme bio Remediant i l'***Anemonia viridis*** (fideus de mar o "ortiguillas") com a transformador dels fangs de la piscifactoria.

Les algues del gènere *Ulva* són algues verdes laminars que es troben distribuïdes per tots els oceans. *Ulva ohnoi*, és una espècie que es troba naturalment distribuïda a les aigües temperades i subtropicals del Japó, però actualment s'han detectat poblacions a diferents punts del mediterrani i l'atlàntic. És una de les espècies més estudiades i emprades per al biotractament d'aigües, ja que compleix totes les condicions bàsiques per aquesta funció; forma laminar, alta taxa de creixement i de concentració de nitrogen, capacitat de creixement en concentracions altes d'amoni i un cicle de vida conegut i controlable. Té un valor gastronòmic més baix que d'altres algues, però té multitud d'aplicacions; nutricionalment té un valor elevat amb alts continguts en proteïna i midó, i



conté substàncies d'interès per a la indústria farmacèutica i alimentaria, com la ulvina i l'alginat.

L'*Anemonia viridis* és un cnidari que està suscitant un creixent interès com a biodepurador i el cultiu del qual està encara poc desenvolupat. Es troba de manera natural en aigües litorals (fins als 20 m de profunditat) del mediterrani en zones assolellades, adherida a roques i esquerdes. Té un valor gastronòmic i nutricionalment molt alt per tant resulta una opció econòmicament molt interessant. Té un creixement més lent que les algues, però també té l'avantatge de reproduir-se asexualment, fet que facilita molt el seu cultiu. La producció de l'anemone es considerarà per part de l'empresa com una producció secundària experimental, per el que l'èxit del seu cultiu no ha de condicionar la viabilitat del projecte, i donada la inexperiència en el seu cultiu i la falta d'informació al respecte, no es descarta la utilització d'altres organismes com poliquets i oligoquets per a la valorització dels fangs efluentes.

Com a última opció, si l'aprofitament dels residus per part d'aquests organismes no resulta prou efectiu, es procedirà al compostatge dels fangs per part d'una empresa especialitzada o de la mateixa empresa en cas de ser necessari.

### **4.3. Capacitat de producció en el cultiu d'algues**

Per al dimensionament del cultiu d'algues, es poden tindre en compte diferents criteris. Donada la seva funció d'acumuladores de nitrogen inorgànic, es podria projectar una superfície de cultiu tal que aprofités la totalitat de l'amoni produït pels peixos, i no haver de requerir d'una renovació continua de l'aigua.

S'ha calculat quina seria la producció necessària per assolir aquest objectiu, i s'ha vist que seria necessària una producció diària de 2.275 kg dia<sup>-1</sup> (pes fresc) en el moment amb major producció d'amoni. Per poder produir aquesta quantitat en un sol dia, caldria una superfície només de tancs de cultiu d'uns 7.400 m<sup>2</sup>. Es considera que la superfície dedicada al cultiu i el volum productiu necessari seria desproporcionadament gran i comportaria unes inversions en instal·lacions i personal que no es preveuen econòmicament viables.

Finalment s'ha optat per partir d'un criteri més arbitrari per a l'elecció del volum productiu de l'ulva. Es fixarà una superfície productiva que representi aproximadament el doble de la dedicada a l'engreix de l'orada, i sota aquesta hipòtesi, s'estudiarà la producció previsible; i amb aquesta dada, l'assimilació de nitrogen, la producció d'oxigen i el cabal de renovació necessari per evitar l'acumulació de nitrats.

Si el volum de producció previst es considera suficient per cobrir la demanda dels possibles compradors, el cultiu aporta oxigen suficient, i l'absorció de nitrogen permet fer servir un cabal de renovació acceptable; el volum productiu es considerarà acceptable i es procedirà a projectar les instal·lacions adients per assolir-lo.

Si pel contrari la superfície productiva continua sent excessiva o resulta insuficient, es canviarà el criteri per l'elecció del volum productiu fins a arribar al que sigui més adient.

## 4.4. Localització

Un dels condicionants imposats pel promotor és l'emplaçament, les instal·lacions han de situar-se a un màxim de 20 km del seu centre logístic situat a Amposta. Però abans d'escollir un emplaçament definitiu s'ha de comprovar que la zona sigui apta per a l'explotació de les espècies que es plantegen. Per això, a banda dels condicionants urbanístics, es decideix estudiar la compatibilitat dels cultius amb la climatologia de la zona.

### 4.4.1. Compatibilitat climàtica

#### - *Sparus aurata*

El creixement dels peixos està fonamentalment condicionat per la quantitat d'aliment ingerit i per la temperatura de l'aigua. La temperatura és un controlador dels requeriments metabòlics i influeix sobre els processos relacionats amb la transformació de l'aliment. L'orada presenta un ràpid creixement amb l'augment de la temperatura fins a un cert punt (temperatura òptima) passat el qual, el creixement descendeix ràpidament. Té el mateix efecte amb la ració d'aliment, l'increment de la temperatura augmenta l'apetit dels peixos fins a un cert punt, però a temperatures baixes la demanda de la ració de manteniment es

redueix, permetent que una part major de la ració es converteixi en creixement (Calderer, 2001).

L'orada pot sobreviure amb temperatures que oscil·len entre els 4 °C i els 36 °C, però només s'alimenten per sobre dels 12 °C (temperatura efectiva). La temperatura que es considera òptima en explotacions intensives oscil·la entre 18 i 25 °C, per sobre dels 25 °C l'apetit dels peixos descendeix i la solubilitat de l'oxigen en l'aigua comença a ser molt baixa, per la qual cosa es requereix una aportació extra.

Valorant les temperatures ambientals (taula 3.1) i les de l'aigua de mar (taula 3.2), veiem que les temperatures mínima i màxima en superfície són de 12 i 27 °C respectivament. Però, tenint en compte que són temperatures superficials i donat el poder amortidor tèrmic de l'aigua, a uns pocs metres de profunditat podem esperar temperatures lleugerament superiors als mesos d'hivern i inferiors als d'estiu.

Podem concloure que la cria d'orades a la zona és més que plausible. I amb un condicionament tèrmic mínim podríem escurçar molt el cicle de cultiu, obtenint orades de mida comercial en uns dotze mesos; temps molt inferior al de la gran majoria d'explotacions aquícoles dedicades a l'orada.

#### - ***Ulva Ohnoi***

Els factors climàtics que més afecten el creixement de les algues són les temperatures i la llum. La distribució natural d'aquesta espècie és preferentment tropical, on la temperatura mitjana del mes més fred és superior als 18 °C i les temperatures màximes rondan els 25 °C, però també es troba en aigües subtropicals i temperades, havent-se trobat en diferents punts del mediterrani occidental (CABI, 2019).

Per tant en el cas del cultiu de l'ulva, la temperatura no suposarà un factor molt limitant, ja que gràcies a l'hivernacle on es preveu que tindrà lloc el cultiu, les temperatures es mantindrien aproximadament 5°C per sobre de les temperatures exteriors sense necessitat de calefacció. A més la capacitat tèrmica de l'aigua salada és molt superior a la de l'aire, per tant l'escalfament de l'aigua es produeix ràpidament; així i tot es preveu la utilització d'escalfadors d'aigua en els mesos més freds per a la cria dels peixos, que també ajudaran a mantenir una temperatura més òptima per a les algues.

Quan les algues es troben en les seves condicions ambientals idònies (temperatura, salinitat, nutrients...), la radiació lumínica es converteix en el factor més limitant del creixement. La quantitat de llum que necessiten les algues va directament relacionada amb la densitat del cultiu, per l'ombreig que es genera. Les taxes de creixement net mostren, en general, una correlació positiva amb la irradiància fotònica, i una correlació negativa amb la densitat de cultiu.

L'ulva comença la seva activitat fotosintètica i per tant el creixement, a partir de radiacions al voltant dels  $150 \mu\text{mol}$  de fotons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Pel que fa a la màxima radiació tolerable no hi ha dades concretes, però s'ha comprovat que amb radiacions de  $880 \mu\text{mol}$  de fotons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  i densitats de cultiu inferiors a  $120 \text{ g(ms)} \text{ m}^{-2}$ , les algues comencen a patir danys irreparables (Oca et al., 2019).

A la taula 4-1 podem veure les mitjanes mensuals per a la radiació global diària. Les radiacions són altes la major part de l'any per tant podem esperar creixements molt ràpids en aquests períodes, però s'haurà de tindre present que en els mesos en què la radiació sigui molt elevada (maig, juny, juliol i agost) les collites no poden deixar els tancs de cultiu en densitats massa baixes i en les hores amb major radiació seria recomanable l'ús de malles d'ombreig que limiten la radiació a  $850\text{-}900 \mu\text{mol}$  de fotons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  i evitin danys en la producció.

Tabla 4-1. Radiació solar global Alcanar. (Font: SMC, elaboració pròpia)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
<b>Mitjana de la irradiació solar global diària (<math>\mu\text{mol} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}</math>)</b>	396.7	556	798.7	994.4	1190.1	1322.3	1306.5	1116.1	888.6	640	454.9	<b>354.4</b>

#### **4.4.2. Condicionants urbanístics**

Per emplaçar les instal·lacions dins del radi marcat pel promotor, la primera zona on s'han buscat parcel·les que compleixin amb els requisits (proper a la costa, compliment de normatives, accés, dimensions, etc.) ha sigut en el municipi d'Alcanar. Els preus dels terrenys rústics són més baixos que en la resta de municipis costaners de la zona, n'hi ha bastants sense activitat situats en primera o segona línia de costa i amb bon accés des de l'N-340. Però, només s'ha trobat un terreny qualificat com a no urbanitzable "agrícola permanent". Per contra, en PGOU d'Alcanar, a l'apartat on es regulen les activitats possibles en sols amb aquesta classificació, es permeten les construccions destinades a usos industrials agrícoles i ramaders sempre que es trobin a més de 300 metres de zones residencials. Condició que no compleix el terreny estudiat, molt proper a una urbanització i un càmping.

De manera que es busquen terrenys aptes en altres municipis. Sant Carles de la Ràpita és el municipi costaner més proper a Amposta, i a diferència d'altres encara té molts terrenys rústics sense construccions amb les dimensions desitjades. Bona part d'aquests terrenys es troben dintre de la zona ZEPA o en el parc natural del Delta de l'Ebre, però al nord-est del municipi, entre el nucli urbà i la Séquia gran del delta, queden terrenys rústics sense protecció especial on es permeten les construccions agrícoles i ramaderes (com es demostra a l'apartat 3.4.).

Entre les parcel·les que compleixen amb els requisits de forma i mida, se selecciona una provisionalment. Aquesta es podria dividir per fer servir només l'espai estrictament necessari; ja que en el POUM de Sant Carles de la Ràpita es permet la divisió horitzontal, sempre que la partició restant pertanyi o sigui adquirida per un propietari d'una parcel·la contigua i els terrenys es puguin fusionar per complir amb les dimensions mínimes legals de les parcel·les agrícoles a la zona.

## 5. Enginyeria del procés

### 5.1. Identificació d'activitats

En aquest apartat es definirà de manera general les activitats i processos que es duran a terme i la interrelació entre ells.

A la figura 1 es pot veure un esquema general simplificat d'aquestes activitats i la seva distribució en les instal·lacions. Els moviments dels béns produïts estan marcats en vermell, el circuit d'aigua està representat amb blau, i la fletxa marró representa els fangs recollits pel filtre mecànic.

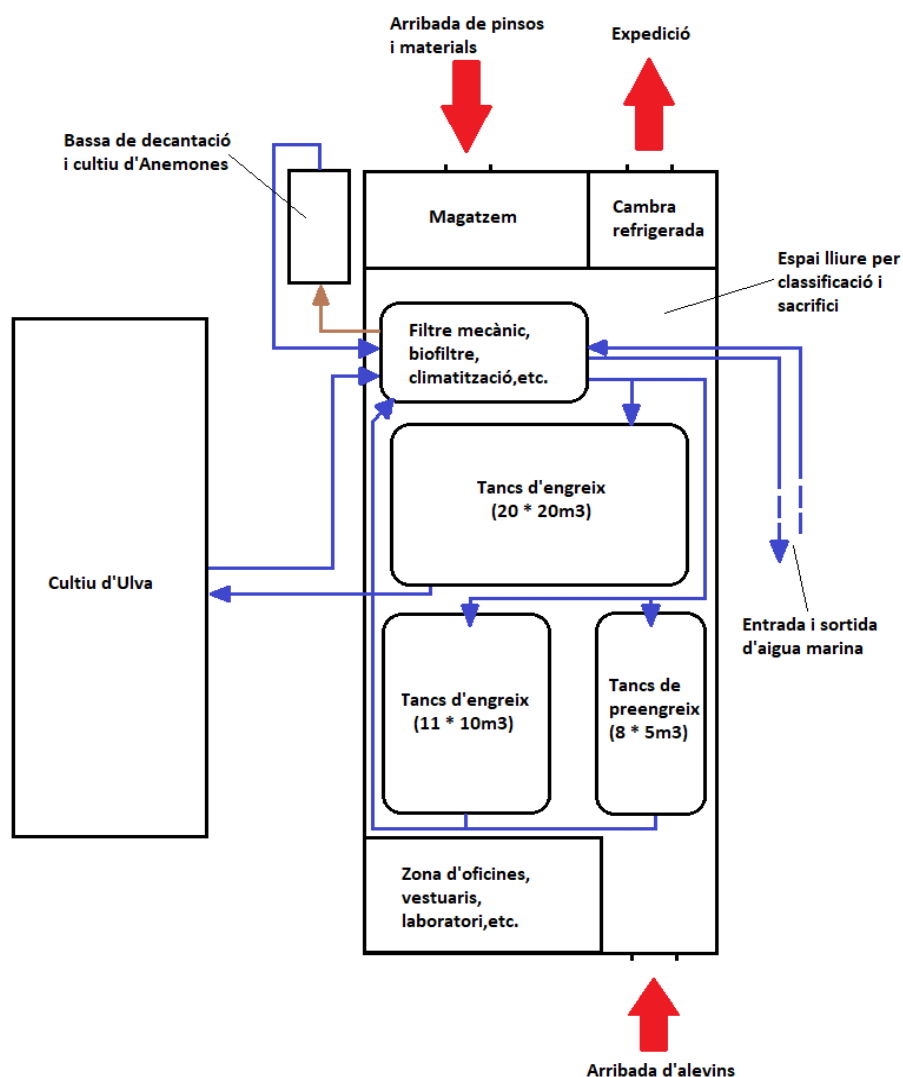


Figura 1. Diagrama general del procés productiu

## 5.2. Pre-engreix i engreix de *Sparus aurata*

- **Arribada d'alevins i pre-engreix:** Els alevins d'orada arribaran d'una *hatchery* especialitzada amb un pes d'entre 3 i 4 grams i es començarà l'etapa de pre-engreix amb unes condicions especialment controlades per reduir la mortalitat i evitar pèrdues. La concentració d'oxigen a la sortida dels tancs ha de ser de com a mínim 7 ppm i les temperatures no han de baixar mai dels 18°C ni superar els 25°C. Aquesta etapa pot durar entre 45 i 100 dies, depenent de les temperatures, i finalitzarà quan els peixos arribin a un pes aproximat de 20 g.

- **Engreix:** Els juvenils passen a uns tancs més grans situats al costat de la zona de pre-engreix, prèviament classificats per mides per evitar canibalismes i buscar la uniformitat dels lots. Aquí les condicions són una mica més flexibles que en el pre-engreix; la velocitat de l'aigua pot ser major i la concentració d'oxigen a la sortida no hauria de baixar del 100% de saturació, ja que els peixos guanyen resistència amb l'augment de pes.

- **Sacrifici:** Es farà d'acord amb la norma UNE173300. Quan els peixos d'un lot comencin a arribar a la mida comercial s'aniran apartant, en funció de la demanda, en un tanc especial per al sacrifici. En aquest tanc es farà un dejú durant un temps determinat, per tal de buidar el tracte digestiu i millorar la higiene en el sacrifici i evitar gustos no desitjats en el producte. Un cop sacrificats, es traslladaran a una cambra de fred on s'emmagatzemaran fins a la seva expedició.

### 5.2.1. Programa de producció

La producció de l'orada, com s'ha dit anteriorment, té un objectiu de **50 tones anuals** que s'ordenarà en **lots mensuals de 4,16 tones**; de manera que cada mes que s'acabi un lot es comenci un de nou.

Per fer una planificació de la producció que inclogui l'establiment de lots, moment de màxima biomassa, determinació del nombre d'estancs, alimentació, etc.; és necessari fer una predicció de l'evolució del creixement de cada lot. Per predir el creixement s'ha

emprat el model proposat per Cho (1992) (eq. 5-1). Aquest model fa servir un índex denominat “coeficient de creixement tèrmic” (CCT), que es defineix amb la següent expressió:

$$CTC = \frac{Pes\ final^{\frac{1}{3}} - Pes\ inicial^{\frac{1}{3}}}{N^{\circ}dies \cdot (temp.\ mitja - temp.\ efectiva)} \quad (5-1)$$

L'avantatge d'aquest model és que el valor del CTC és independent del pes corporal, per tant, un cop es disposa d'informació basada en dades reals de creixement en granja per a cada espècie, la predicció del creixement en un període donat és possible amb l'equació 5-2:

$$Pes\ final = \{Pes\ inicial^{1/3} + (CTC * \Sigma graus/dia)\}^3 \quad (5-2)$$

Donat que no tenim dades pròpies de cultiu sota les condicions que nosaltres projectem, s'ha calculat un CTC amb dades bibliogràfiques del cultiu d'orades en gàbies marines. Això implica que un cop s'hagi començat la producció, s'hauran de recollir dades pròpies per tal de millorar el model predictiu. Amb les dades recollides per Martínez (2014), s'ha obtingut un coeficient de creixement tèrmic de **0,001831**.

A partir d'aquí s'ha fet una previsió de les temperatures mitjanes mensuals de l'aigua (taula 5-1); tenint en compte la temperatura exterior a la zona (taula 3-1), la temperatura de l'aigua de mar en superfície (taula 3-2) i un hipotètic condicionament tèrmic que no resulti massa costós energèticament, però que mantingui unes temperatures gairebé òptimes per al cultiu.



Taula 5-1. Temperatures objectiu previstes pel cultiu de l'orada (elaboració pròpia)

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des
<b>Temperatura mitja mensual (°C)</b>	18	18	19	20	21	23	25	25	24	23	18	18

Per tant, calculant els graus-dia i partint d'un pes inicial de 4 grams podem preveure el creixement mensual i obtenim que en 12 mesos tindriem orades de 442,3 g. Tenint en compte que el CTC que fem servir és d'una producció en gàbies marines, podem esperar un creixement lleugerament superior, pel que s'arribaria a l'objectiu de produir orades de 450 g.

Per determinar el nombre d'alevins necessaris per completar cada lot, suposem una supervivència del 90%. Així, amb l'equació 5-3, estímem que necessitarem **10467 alevins** de 4 grams per a cada un dels 12 lots anuals.

$$N^{\circ}d'alevins/lot = \frac{Pes\ producció\ anual / Pes\ de\ cada\ peix}{\%Supervivència * (100/N^{\circ}\ de\ lots\ anual)} \quad (5-3)$$

Un cop tenim una previsió de la biomassa de peixos que tindrem al final de cada mes per a tots els lots, procedim a assignar els tancs que farà servir cada lot en funció de les necessitats d'espai en cada etapa de vida dels peixos. En l'etapa de pre-engreix es recomanen densitats d'entre 15 i 20 kg m<sup>-3</sup> d'aigua. Un cop els peixos passen a la fase d'engreix, les densitats arriben fins als 40 kg m<sup>-3</sup> i a partir dels 120 grams de pes es pot arribar als 45-50 kg m<sup>-3</sup> en moments puntuals; ja que amb aquestes mides els peixos són més resistents i el control de l'oxigen ho permet.

Cada lot passarà durant el seu creixement per tres mides de tancs i en cada moment es trobarà distribuït en diversos tancs. De manera que començarà en un tanc petit de pre-engreix i a mesura que els peixos vagin creixent i ocupant cada cop més espai, es classificaran per mides i traspassaran a altres tancs. El volum d'aigua que haurà de contenir cada tipus de tanc s'ha fixat en: **5 , 10 i 20 m<sup>3</sup>** . Aquestes mides estan pensades

per optimitzar la utilització de l'aigua i de l'espai general, i per permetre els desdoblaments dels lots per classificar-los per mides.

A la següent taula (5-2), es pot veure la previsió del lot que comença al gener, i mostra la utilització dels tancs en funció de la biomassa. Les dades que apareixen corresponen a l'últim dia de cada mes. Com es pot veure, en aquest lot, hi haurà una classificació i distribució dels peixos en dos tancs de 5 m<sup>3</sup> al principi de març. Després, a principis de maig els peixos es traslladaran a dos tancs de 10 m<sup>3</sup>, i aquest cop si fos necessari, també es classificarien els peixos entre més i menys grans. Al juliol es passaria de dos a tres tancs de la mateixa mida, a l'agost els peixos es traslladarien a tres tancs de 20 m<sup>3</sup> i finalment, a l'octubre es faria una altra classificació passant a quatre tancs de 20 m<sup>3</sup>.

Taula 5-2. Previsió de creixement i distribució per al lot n<sup>o</sup>1

Mes	Pes (g)	Superv. (%)	Nº peixos	Biomasa (kg)	Nº Tancs	Vol. Tancs (m <sup>3</sup> )	Dens.real (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Gener</b>	7,2	94	9839	71	1	<b>5</b>	14,1
<b>Febrer</b>	11,2	92	9630	108	1	5	21,5
<b>Març</b>	18,3	91	9525	174	<b>2</b>	5	17,4
<b>Abril</b>	29,0	90	9420	273	2	5	27,3
<b>Maig</b>	46,0	90	9420	434	2	<b>10</b>	21,7
<b>Juny</b>	73,5	90	9420	692	2	10	34,6
<b>Juliol</b>	119,6	90	9420	1127	<b>3</b>	10	37,6
<b>Agost</b>	181,8	90	9420	1713	3	<b>20</b>	28,5
<b>Set.</b>	253,0	90	9420	2383	3	20	39,7
<b>Oct.</b>	335,5	90	9420	3161	<b>4</b>	20	39,5
<b>Nov.</b>	385,6	90	9420	3633	4	20	45,4
<b>Dec.</b>	442,3	90	9420	4167	4	20	52,1

Un cop tenim la previsió per a cada un dels 12 lots anuals, caldrà determinar el nombre total de tancs de cada mida que es faran servir. Introduint seqüencialment el nombre de tancs i el tipus per a cada lot en una taula, es poden anar sumant i veure així quin es el nombre total de tancs necessaris per a cada mes. A la taula 5-3 es recull el resultat d'aquestes sumes, i com es pot veure, s'hauran d'instal·lar un total de **39 tancs: 8 de 5 m<sup>3</sup>, 11 de 10 m<sup>3</sup> i 20 de 20 m<sup>3</sup>**; el que fa un total de **550 m<sup>3</sup>** d'aigua per l'engreix i pre-engreix de l'orada.

Taula 5-3. Previsió dels tancs necessaris per l'engreix i pre-engreix de l'orada

Vol. Tanc (m <sup>3</sup> )	Nombre total de tancs en us												Nº max
	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Des	
<b>5</b>	6	8	8	8	7	5	5	3	3	3	5	4	<b>8</b>
<b>10</b>	5	5	4	7	9	11	9	9	11	9	7	7	<b>11</b>
<b>20</b>	20	16	16	13	13	13	17	18	18	20	20	20	<b>20</b>
<b>Total tancs</b>	31	29	28	28	29	29	31	30	32	32	32	31	<b>39</b>
<b>Total m<sup>3</sup></b>	480	410	400	370	385	395	455	465	485	505	495	490	<b>550</b>

### 5.2.2. Alimentació

El càlcul de l'alimentació és un dels més importants per al conjunt del projecte, ja que a part de suposar un dels costos més grans, el consum que facin els peixos en alimentació determinarà la quantitat de nitrogen i de fòsfor en el sistema, elements essencials pel creixement de les algues. A més, la quantitat de nitrogen dissolta en l'aigua, condicionarà el cabal necessari de renovació i recirculació perquè l'aigua no es torni tòxica pels peixos.

Conèixer la quantitat d'aliment sense digerir i de femtes, també serà imprescindible per dimensionar el filtre que extraurà aquests residus fora del circuit peixos-algues per dipositar-los en el tanc de cultiu per a les anemones.

El consum d'aliment en els peixos va directament relacionat amb la temperatura de l'aigua i la mida del peix. A partir dels 13°C les orades comencen a ingerir i s'alimenten més segons puja la temperatura fins als 26°, quan el consum disminueix.

En cada etapa de desenvolupament, l'orada té unes necessitats nutricionals diferents, pel que es faran servir quatre tipus de pinsos diferents en funció de la mida del peix.

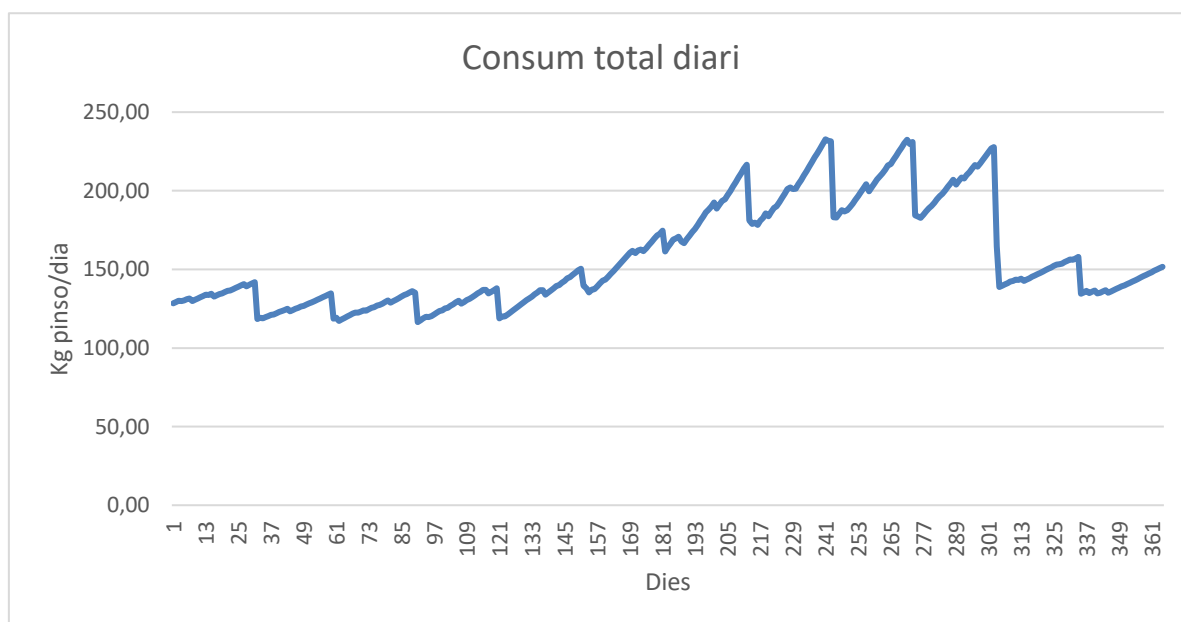
Durant el **pre-engreix**, es faran servir dos pinsos diferents i la ració diària es repartirà en 4-6 àpats. En el primer els pellets són de 1,5mm i conté un 54% de proteïna bruta i 19 MJ kg<sup>-1</sup> d'energia digestible, aquest es farà servir fins que els juvenils arribin als 15 grams. Després i fins que els peixos arribin als 30 g, s'alimentaran de pellets de 1,9 mm amb un 51% de proteïna bruta i 18,5 MJ kg<sup>-1</sup>. Ambdós pinsos són extrudits, el que ajuda a una major digestibilitat disminuint l'índex de conversió (entre 1,2 i 1,4); i a més, contenen probiòtics que redueixen deformitats durant aquesta etapa.

Durant l'**engreix** l'alimentació es proporciona 2-3 cops diaris en funció de la temperatura i la mida dels peixos. Es faran servir dos pinsos amb formulacions molt semblants però en la primera fase (fins als 100 grams) tindrà més contingut proteic (44-48%) i menys energètic, i el segon (fins als 450 g) tindrà menys proteïna (46%) i més energia digestible (19.6 MJ kg<sup>-1</sup>). En aquesta fase es poden esperar índexs de conversió d'entre 1,5 i 2.

Per conèixer les racions diàries de pinso hem de recórrer a les taules proporcionades pels fabricants, ja que cada formulació té unes taxes d'ingestió. La línia de pinsos que

proposen està fabricada per l'empresa Biomar, i les característiques detallades i les taxes d'alimentació es troben recollides a l'annex II.

Per determinar els kg de pinso consumits cada dia, s'ha hagut de preveure el creixement diari dels lots i aplicar els coeficients tabulats pel fabricant d'acord amb la temperatura de l'aigua i el pes dels peixos. En el gràfic 5-1 es pot veure l'evolució del consum de pinso diari al llarg del temps. El consum varia aproximadament entre els 120 kg i els 230 kg diaris. Durant els mesos d'estiu la temperatura augmenta considerablement i per tant el consum. I en els mesos més freds la temperatura es redueix fins als 18°C, per tant baixa la ingesta. Les fluctuacions periòdiques que s'observen són degudes a la finalització mensual dels lots, així quan termina un lot que té una biomassa de 4,16 tones i consumeix uns 25-30 kg dia<sup>-1</sup> (depenent del mes), el consum general disminueix notablement. En aquesta previsió el consum té un comportament erràtic degut també, a què s'han considerat temperatures mitjanes mensuals, però per calcular les dosis reals diàries d'alimentació s'haurà de fer servir la temperatura real en cada moment. Les dades detallades sobre el consum diari de cada tipus de pinso per a cada lot també estan recollides a l'annex I.



Gràfic 5-1. Consum diari de pinso total (Elaboració pròpia)

## 5.3. Cultiu de *Ulva ohnoi*

### 5.3.1. Programa productiu

En el cas del cultiu d'ulva, gràcies al seu cicle biològic, el procés productiu resulta molt més senzill que en el dels peixos, tot i això cal fer una previsió i organització de la producció per poder dimensionar unes instal·lacions afins i poder fer una valoració econòmica del seu cultiu.

Com predeia al capítol 4, per definir la superfície que es destinarà al cultiu, s'ha partit de la regla general d'emprar el doble de la superfície que es destinarà a l'engreix dels peixos. En el nostre cas el conjunt dels tancs d'engreix i preengreix ocuparien uns 600 m<sup>2</sup>, per tant el cultiu ocuparia 1200 m<sup>2</sup>. Però, tenint en compte que aquesta superfície seria estrictament de cultiu i que per tant es necessitaria una superfície molt més gran pel maneig del cultiu; es considera lleugerament excessiva per la dificultat d'emplaçar-la en el tipus de parcel·les que es troben a la zona on es vol implantar les instal·lacions. Per tant, s'ha decidit emprar una **superfície d'aigua per al cultiu de 900m<sup>2</sup>**. Amb aquesta superfície de cultiu s'ha estimat la producció que és presenta en aquest apartat, i s'ha considerat adequada.

Per preveure el creixement de les algues s'ha emprat el model de creixement proposat per Oca et al. (2019), en el que es preveu un creixement net per unitat de superfície basant-se en la irradiància i la densitat de cultiu, entre altres paràmetres. A la taula 5-4 es mostren les variables involucrades en el model, les quals s'han obtingut en experiències amb tancs de cultiu d'*Ulva ohnoi* en un sistema AMTI similar al proposat en aquest treball. Amb l'equació 5-4, podem conèixer el creixement net diari ( $\mu_{NET}$ ) introduint els nostres valors d'irradiància ( $E_0$ ) i densitat de cultiu ( $SD$ ), i al multiplicar-lo per la densitat de cultiu obtenim la productivitat de biomassa ( $BP$ ) en g<sub>ms</sub> m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>.

$$\mu_{NET} = \frac{\mu_{max}}{(K_0 \cdot Z + K_a \cdot SD)} \ln \frac{E_0 + K}{K + E_0 \exp(-(K_0 \cdot Z + K_a \cdot SD))} - \lambda \quad (5-4)$$

Taula 5-4. Valors del creixement net diari ( $\mu_{NET}$ ) (Font: Oca et al. 2019, elaboració pròpia)

Símbol	Descripció del paràmetre	Valor	Unitats
<i>Paràmetres relacionats amb la il·luminació:</i>			
$K_0$	Coefficient d'atenuació de la llum de l'aigua	1.5	$m^{-1}$
$K_A$	Coefficient d'atenuació de la llum de la biomassa d' <i>Ulva</i>	0.01	$m^2 g_{ms}^{-1}$
$Z$	Profunditat de l'aigua	0.28	m
<i>Paràmetres cinemàtics estimats</i>			
$\mu_{max}$	Taxa de creixement màxim específic	0.416	$dia^{-1}$
$K$	Constant de saturació mitja	144.8	$\mu mol \text{ fotons } m^{-2} s^{-1}$
$\Lambda$	Taxa específica de pèrdua de biomassa	0.066	$dia^{-1}$

Per portar una gestió eficient del cultiu hem de buscar uns paràmetres de profunditat i de densitat de cultiu que, en funció de la irradiància, ens proporcionin una productivitat màxima. Amb aquest model podem trobar una densitat de cultiu òptima per a cada nivell d'irradiància, ja que com més intensa sigui la il·luminació que incideixi sobre les algues, major serà la densitat admissible.

Per tal que la llum incideixi bé sobre les algues i poder mantindre densitats de cultiu altes, s'ha fixat una **profunditat de cultiu de 0,45 m**. Posteriorment, tenint en compte les irradiàncies mensuals (taula 4-1), s'han calculat les densitats de cultiu òptimes per a cada mes de l'any.

Per exemple, al gener on hi ha una irradiància global diària aproximada de  $400 \mu mol \text{ fotons } m^{-2} s^{-1}$ , la densitat de cultiu s'ha fixat en  $130 g_{ms} m^{-2}$ , i amb aquests paràmetres i utilitzant l'equació 5-5, obtenim en el primer dia un creixement net de 0,192. Al cap de 7 dies la densitat ha arribat a  $281 g_{ms} m^{-2}$  i el creixement net ha baixat a 0,085. Com que la productivitat baixa molt ràpidament a causa de l'ombreig, serà el moment de collir les

algues fins deixar els tancs un altre cop amb una densitat de  $130 \text{ g}_{\text{ms}} \text{ m}^{-2}$  per mantenir la productivitat. Per tant collirem  $151 \text{ g}_{\text{ms}} \text{ m}^{-2}$  d'ulva ( $= 281 \text{ g}_{\text{ms}} - 130 \text{ g}_{\text{ms}}$ ).

Aquest procediment es repetirà cada set dies en els mesos amb les radiacions més baixes i cada cinc en la resta de mesos. Les densitats òptimes per la collita s'hauran de predir contínuament a partir de mesures diàries de la irradiació global, per tal de poder mantenir sempre la productivitat més alta possible.

A la taula 5-5 podem veure un resum per mesos del pla de producció en el que es recullen les productivitats mitjanes per cada mes i les collites totals. Com es pot veure de Maig fins al Setembre les irradiàncies són les mateixes, això és deu a què es preveu utilitzar malles d'ombreig o altres sistemes per tal de protegir el cultiu d'irradiàncies excessives que les puguin danyar. A l'annex I es pot trobar una predicció diària de la producció, amb les collites i productivitats, per a un any sencer.

Taula 5-5. Predicció de la producció d'Ulva

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Des	
<i>Irradiació</i> [ $\mu\text{mol fotons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ]	397	566	850	900	900	900	900	900	900	640	455	354	
<i>Densitat de cultiu</i> [ $\text{g}_{\text{ms}} \text{ m}^{-2}$ ]	130	140	170	170	170	170	170	170	170	150	140	115	
<i>Productivitat mitja</i> [ $\text{g}_{\text{ms}} \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ]	27,2	35	45,6	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	47,3	36,6	3,5	25	<b>TOTAL</b>
<i>Collita</i> [ $\text{Kg}_{\text{ms}} \text{ mes}^{-1}$ ]	659	844	1290	1274	1277	1277	1277	1277	1277	1273	841	707	<b>13269 kg<sub>ms</sub></b>

Anualment s'obtindran 13,2 tm de matèria seca d'ulva, el que equival a **121,7 tm de algues fresques**.

Cal esmentar que aquest model no té en consideració les diferències en els fotoperíodes al llarg de l'any, i s'ha obtingut a partir d'experiments amb un fotoperíode de 12/12 amb la mateixa intensitat. Per tant a la realitat caldrà esperar una certa diferència sobre la predicció.



## 5.4. Cabal i balanç de nitrogen i oxigen

El càlcul del cabal resulta de vital importància per a un sistema AMTI-RAS com aquest, ja que l'aigua és el medi de cultiu i realitza el transport dels nutrients i els gasos en tot el sistema. Conèixer el cabal òptim ens permetrà fer un disseny hidràulic eficient i aconseguir la màxima productivitat emprant la menor quantitat de recursos possible.

En totes les instal·lacions d'aqüicultura en terra, el cabal és l'element regulador de l'acumulació d'amoni i nitrats, i per a moltes també realitza la funció de regular el subministrament d'oxigen. En el nostre sistema, el cabal juntament amb les algues i les anemones, controlaran l'acumulació d'amoni, nitrats i fòsfor. Les algues, a més d'eliminar bona part del nitrogen dissolt, supliran una part de la demanda d'oxigen. En un sistema com aquest s'intenta introduir i abocar la menor quantitat d'aigua possible, per tant, l'amoni (molt tòxic per als peixos) s'ha de transformar ràpidament en nitrats, i aquests (més tolerables) es mantindran a un nivell segur per als peixos. Per aconseguir limitar la quantitat de nitrats es farà servir un cabal de renovació que expulsi una petita part del cabal en recirculació i introdueixi aigua neta.

Per tant per poder establir els cabals necessaris hem de conèixer la quantitat de nitrogen introduïda en el sistema i l'absorció de les algues. Un cop tinguem calculat el cabal, també podrem conèixer els consums i requeriments d'oxigen.

El càlcul del cabal, té per tant, multitud de condicionants i tindrà diferents valors al llarg del temps. Els càlculs que aquí es presenten serviran d'exemple per explicar el procediment de càlcul i es presenten només els resultats de les previsions realitzades per als moments en què es considera que la demanda de cabal i de consum d'oxigen seran majors. Coneixent els valors màxims dels cabals podrem dimensionar i pressupostar les instal·lacions necessàries.

A l'annex III es pot trobar una previsió detallada dels cabals amb els nivells d'amoni i nitrats per a cada tanc d'engreix i preengreix, i per a cada dia del cicle productiu; cosa que permetrà fer una previsió més acurada del consum elèctric i oxigen necessari.

### 5.4.1. Cabal de recirculació en funció de la producció d' amoni

La producció d'amoni total (per les sigles en anglès, TAN), està directament relacionada amb el nivell de proteïna en l'aliment i amb el volum consumit. Però la seva toxicitat depèn de la temperatura, ja que a més temperatura, major és el percentatge d'amoníac (forma molt tòxica) sobre el total de l'amoni. Per tant el veritable condicionant del cabal és la concentració d'amoníac ( $\text{NH}_3$ ), ja que els peixos només toleren concentracions de 0,02  $\text{mg l}^{-1}$  (Bregnballe, 2015).

Així doncs, el cabal haurà de ser suficient per extreure l'aigua prou ràpid dels tancs perquè el nivell d'amoníac no arribi mai a 0,02 ppm. Una part de l'efluent dels tancs d'engreix alimentarà el cultiu d'Ulva (per al qual es calcularà un cabal que l'aporti el nitrogen necessari) i després passarà pel biofiltre, en el qual els bacteris nitrificants oxidaran l'amoni restant primer a nitrits i després a nitrats per tornar un altre cop als tancs dels peixos.

Més endavant es calcularà el cabal de renovació per evitar que els nitrats s'acumulin per sobre dels 100 ppm, ja que per sobre d'aquesta concentració els peixos poden començar a patir danys.

### Procediment

S'ha realitzat un càlcul individualitzat per a cadascun dels lots simultanis i després s'han sumat els resultats per tal de determinar les necessitats hidràuliques del conjunt de les instal·lacions. En aquest apartat es mostrarà el procediment de càlcul i els resultats obtinguts per al dia en què el cabal arribarà al punt màxim, però en aquest cas emprant dades del total dels lots. A l'annex III s'han recollit les dades calculades per a cadascun dels dies i dels lots.

Per al càlcul del cabal de recirculació s'ha fet servir l'expressió següent (equació 5-5), en la que  $Q$  és el cabal en  $\text{l h}^{-1}$ ,  $P$  és la producció de nitrogen amoniacal en  $\text{mg N-TAN h}^{-1}$ ,  $R$  és el consum de nitrogen amoniacal,  $C_{out}$  és la concentració màxima de N-TAN admissible a la sortida dels tancs en  $\text{mg N-TAN l}^{-1}$ , i  $C_{in}$  és la concentració de N-TAN en el cabal d'entrada als tancs.

$$Q = \frac{P - R}{C_{out} - C_{in}} \quad (5-5)$$

Per a l'obtenció de la producció de N-TAN, s'han utilitzat els valors del contingut de proteïna i volum total d'alimentació recollits a l'annex II. Amb el consum total de proteïna, estimant un contingut de N-proteic del 16% i una excreció del 61% del N ingerit, obtenim la producció de N-TAN per a cada dia.

Les diferents formes de nitrogen, producte de la mineralització de la matèria orgànica, no es tindran en compte a efectes de càlcul, ja que aquest hauria d'assimilar-se pel cultiu d'anemones o es compostaran fora del circuit de recirculació.

Per a la determinació del  $C_{out}$ , s'ha pres el contingut de  $NH_3$  com a element limitant, ja que resulta molt més tòxic que el  $NH_4$ . Les concentracions d' $NH_3$  sobre el TAN total són valors tabulats que depenen de la temperatura i el pH de l'aigua.

La concentració d'amoni al cabal d'entrada sempre es considerarà de  $0 \text{ mg l}^{-1}$  (taula 5-6), ja que el biofiltre transformarà el 100% d'amoni que arribi en nitrat.

## Resultats

A la taula 5-6 es mostren les dades que intervenen al càlcul del cabal de recirculació i el resultat obtingut.

Taula 5-6. Càlcul del cabal de recirculació amb el resultat obtingut

<i>Variable</i>	<b>Dia de màxima producció de N-TAN</b>	<b>Fórmula</b>
<i>Temperatura [°C]</i>	25	-
<i>pH</i>	7,5	-
<b>Producció N-TAN [Kg dia<sup>-1</sup>] (P)</b>	<b>10,15</b>	$Kg \text{ pinso} \times \% \text{ Prot.} \times 16\% \text{ N} \times 61\% \text{ Excretat}$
<i>% NH<sub>3</sub> en el TAN</i>	1,40	$f(pH, T^{\circ}C)$
<i>Producció N-NH<sub>3</sub> [Kg dia<sup>-1</sup>]</i>	0,14	$Prod. N_{TAN} \times \% NH_3$
<i>Conc. NH<sub>3</sub> max. Tolerable [mg l<sup>-1</sup>]</i>	0,02	-
<i>Conc. N-NH<sub>3</sub> max. Tolerable [mg l<sup>-1</sup>]</i>	0,017	$0.02 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ g N}}{1.2 \text{ g NH}_3}$
<b>N-TAN max. tolerable (C<sub>out</sub>) [mg l<sup>-1</sup>]</b>	<b>1,19</b>	$\frac{C. \text{maxtolerable } N_{NH_3}}{\% NH_3 \text{ en TAN}} \times 100$
<i>N-TAN Q entrada (C<sub>in</sub>) [mg l<sup>-1</sup>]</i>	0	-
<b>Q. recirculació (Q<sub>rec</sub>) [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</b>	<b>355,4</b>	$\frac{Prod. N_{TAN}}{C_{out} - C_{in}}$

Així doncs, el cabal total màxim necessari per extreure l'amoni dels tancs d'orades ( i per tant el cabal màxim a tota la instal·lació) serà de **355,4 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>**.

### 5.4.2. Cabal per al cultiu d'Ulva

El nutrient més limitant pel cultiu de les algues és el nitrogen, per tant es calcularà el cabal per al cultiu en funció de les necessitats de nitrogen pel seu creixement.

Per determinar la demanda de nitrogen es faran servir les previsions de creixement net (apartat 5.3.) i amb la biomassa prevista s'estimarà l'acumulació de nitrogen per part de les algues. Considerarem com a referència un contingut en proteïna del 23% sobre matèria seca (Ferrer, 2016), ja que aquest valor s'ha obtingut en experiències amb nivells de nitrats dissolts similars als que aquí es plantegen. La proteïna conté un 16% de nitrogen, per tant, suposant que el contingut en proteïna sigui constant al llarg de l'any, sabem que la Ulva contindrà un 3.68% de nitrogen orgànic.

L'Ulva té més afinitat per l'amoni que pels nitrats, així que els càlculs s'han realitzat contant que les algues només absorbin N-TAN i no nitrats.

Igual que amb el cabal de recirculació (cabal total) s'ha calculat el cabal per a l'Ulva per a cada dia del cicle productiu (a conseqüència de les diferents produccions de TAN) però aquí només es mostren les dades màximes obtingudes a mode explicatiu (eq. 5-6).

$$Q_{Ulva} = \frac{\text{Consum } N_{TAN} \text{ Ulva} [mgh^{-1}]}{C.out \text{ } N_{TAN} \text{ Orades} [mgl^{-1}]} = \frac{69166,6 \text{ } mgN \text{ } h^{-1}}{1,19 \text{ } mgN \text{ } l^{-1}} =$$

$$58123,2 \text{ } l \text{ } h^{-1} = \mathbf{58,12 \text{ } m^3 \text{ } h^{-1}}$$
(5-6)

### 5.4.3. Cabal de renovació en funció de la concentració de N-NO<sub>3</sub>

El cabal de renovació té com a objectiu reduir la concentració de nitrats en el circuit d'aigua, extraient un cert cabal, i introduint la mateixa quantitat provinent del mar (o una mica més per suplir pèrdues per evaporació).

El cabal provinent de la captació d'aigua de mar s'introduirà en el sistema, prèviament desinfectada amb un filtre UV i filtrada, barrejant-se amb el cabal de recirculació abans de l'entrada als tancs d'orades. L'extracció del cabal de descàrrega cap al mar es realitzarà després de passar pel filtre mecànic i el biofiltre, de manera que l'aigua que s'aboqui al mar estigui lo més neta possible.

Per a establir aquest cabal, s'ha pres com a concentració màxima tolerable de nitrats 100 mg l<sup>-1</sup> (= 22 mg N-NO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup>), ja que tot i que els peixos poden aguantar concentracions de fins a 400 mg l<sup>-1</sup>, s'ha comprovat que concentracions per sobre de 100 mg l<sup>-1</sup> tenen un impacte negatiu en el creixement i l'índex de conversió (Bregnballe, 2015). Cal dir que altres autors recomanen valors per l'aqüicultura en general per sota dels 150 mgNO<sub>3</sub> l<sup>-1</sup> (Somerville et al., 2014), per tant s'hauria d'estudiar com afecten les diferents concentracions de nitrats a les orades i determinar la concentració més adient per establir el cabal més òptim.

A la taula 5-7 es mostra el càlcul del cabal de renovació i les dades emprades, com en els casos anteriors, per al dia amb la major producció de N-TAN.

Taula 5-7. Càlcul del cabal en funció del N-NO<sub>3</sub>

<i>Variable</i>	<b>Dia de màxima producció de N-</b>	<b>Fórmula</b>
<i>Consum N -TAN Ulva [Kg h<sup>-1</sup>]</i>	1,66	<i>Biomassa seca × 23% Proteïna × 16% N</i>
<i>Producció N-NO<sub>3</sub> (P) [Kg h<sup>-1</sup>]</i>	0,35	<i>Prod. N<sub>TAN</sub> – Cons. N<sub>TAN</sub> Ulva</i>
<i>Conc. NO<sub>3</sub> tolerable Orades [mg l<sup>-1</sup>]</i>	100	—
<i>Conc. N-NO<sub>3</sub> tolerable Orades (C<sub>out</sub>) [mg l<sup>-1</sup>]</i>	22,02	$\frac{100 \text{ mg NO}_3}{4,54 \text{ mg N} - \text{NO}_3}$
<b><i>Q renovació (Q<sub>ren</sub>) [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</i></b>	<b>16,06</b>	$\frac{\text{Prod. N}_{\text{NO}_3}}{\text{C. max. N}_{\text{NO}_3} \text{ tolerable}}$

Amb el cabal de renovació podem estimar la recirculació total de l'aigua en el sistema i el percentatge de renovació diària, en el pitjor dels casos (dia 241) obtenim un percentatge de recirculació per hora del 98,26% del total d'aigua en el sistema. I el percentatge de renovació diària seria del 41,7%. Aquests paràmetres correspondrien a un sistema classificat com a RAS intensiu (Bregnballe, 2015).

#### 5.4.4. Balanç i necessitats d'oxigen

En aquest apartat s'explicaran els procediments de càlcul per conèixer els consums i les produccions d'oxigen per tal de determinar les aportacions necessàries. Més endavant s'especificarà quina serà la solució adoptada per mantenir els nivells d'oxigen desitjats.

##### Consum de la respiració dels peixos:

La taxa de consum d'oxigen de les orades, com animals poiquiloterms, és funció creixent de la temperatura i decreixent del pes. A més, a mesura que augmenta la temperatura de l'aigua, disminueix la solubilitat de l'oxigen, per tant pot ser necessari augmentar l'aportació. Els peixos també tenen taxes de consum diferents en funció de l'activitat, quan s'alimenten tenen consums de més del doble que quan es troben en repòs.

Per estimar el consum d'oxigen dels peixos s'ha utilitzat un model pes-depenent (Winberg, 1956) amb dades experimentals per a diferents temperatures i nivells d'activitat en condicions de cultiu. El consum d'oxigen en funció del pes es pot expressar amb l'equació 5-7, en la que  $CO$  és el consum d'oxigen [ $\text{mgO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ],  $P$  és el pes fresc [g],  $a$  és la constant equivalent al  $CO$  d' un peix de 1g i  $b$  és el pendent de la recta de regressió.

$$\log CO = \log a + b \cdot \log P$$

(Eq.5-7)

A la taula 5-8 es mostren les constants ( $\log a$  i  $b$ ), obtingudes experimentalment per orades (Calderer, 2001) per a les temperatures de 20 i 24°C i per als tres nivells d'activitat. Les dades per a les temperatures de 18 i 25°C, corresponents als moments crítics, han sigut estimades a partir de les anteriors. Els resultats de consum d'oxigen s'han calculat per al pes mitjà de totes les orades de l'explotació en el moment calculat. En un càlcul més acurat es podria estimar el consum per a cada lot amb el seu pes corresponent i després sumar tots els lots, però de moment s'ha optat per simplificar el càlcul.



Taula 5-8. Estimació del consum  $O_2$  en orades (Font: Calderer 2001, elaboració pròpia)

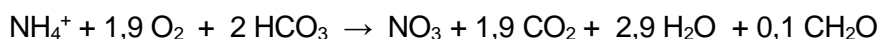
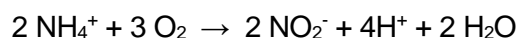
Tª	Nivell activitat	log a	b	Cons.O <sub>2</sub> (mgO <sub>2</sub> /kg/h)	Pes mig orades (g)
18	Repòs	2,60	-0,267	96,03	212,4
	Dejú	2,80	-0,284	136,91	
	Alimentació	2,99	-0,291	204,22	
20	Repòs	2,65	-0,271	104,90	212,4
	Dejú	2,85	-0,286	153,63	
	Alimentació	3,02	-0,287	228,61	
24	Repòs	2,74	-0,279	125,13	212,4
	Dejú	2,96	-0,289	193,45	
	Alimentació	3,11	-0,281	286,32	
25	Repòs	2,75	-0,282	140,66	164
	Dejú	2,99	-0,290	220,89	
	Alimentació	3,13	-0,280	325,64	

**Consum de la nitrificació:**

La reacció de transformació de l'amoni a nitrat consumeix una gran quantitat d'oxigen i produeix  $CO_2$ , per la qual cosa requereix una oxigenació intensa. Tot i que l'aigua, durant el dia, arribarà sobresaturada gràcies al cultiu d'*Ulva*, el biofiltre requereix igualment aireació per produir el moviment del medi de suport per les bacteris. Però, durant la nit, necessitem saber el consum per comprovar que l'aireació proporcioni prou oxigen, i incrementar-la si fos necessari. Aquesta aireació també servirà per eliminar l'excés de  $CO_2$  (stripping) produït en la reacció d'oxidació i el que l'*Ulva* no hagi aprofitat, ja que l'excés de  $CO_2$  resulta tòxic per als peixos.

A l'equació 5-8 es mostren les reaccions estequiomètriques bàsiques de la nitrificació, i a l'equació 5-9 es mostra la reacció de formació cel·lular (Gujer et. al ,1986). Aquestes

equacions es poden fer servir per calcular els requeriments d'oxigen i d'alcalinitat i el creixement cel·lular.



(Eq.5-9)

A l'equació 5-8 es mostren les reaccions de nitrificació més estudiades, realitzades per bacteries dels generes *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, i *Nitrosococcus*. Però, en els medis marins s'ha descobert recentment que també tenen molta importància en la nitrificació els arqueobacteris del fílum *Thaumarchaeota*, ja que son abundats als oceans i en algunes espècies s'ha vist que tenen una afinitat 200 vegades superiors al amoni que els bacteris amoni-oxidants (Zehr, 2011). Per tant, no es té un coneixement real acurat de com succeeix la nitrificació i els resultats que obtinguem seran aproximats.

En la reacció completa, s'estima que per cada gram de  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  oxidat a  $\text{NO}_3\text{-N}$ , es consumeixen **4,57 g d'oxigen** i 7,14 de  $\text{CaCO}_3$ . I a més, es produeixen 8,59 g d'àcid carbònic, 0,17g de massa cel·lular ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), 4,43 g de nitrat, 3,73 g d'aigua i 5,97g de diòxid de carboni (Lawson, 1994).

### **Producció d'O<sub>2</sub> de les algues:**

Per estimar la producció d'oxigen del cultiu d'ulva, s'ha hagut de recórrer a varies fonts bibliogràfiques que donen dades experimentals sobre les taxes de respiració de diferents espècies del gènere *Ulva*, ja que no s'han trobat dades específiques per a *Ulva ohnoi*. En la taula 5-9 es mostren les dades recollides a la bibliografia referents a taxes de producció d'O<sub>2</sub>.

Taula 5-9. Taxes de producció d'oxigen (elaboració pròpia)

Autor	Espècie	Salinitat (%)	Tem. °C	Prod. ( $\mu\text{mol O}_2 \text{ g}_{\text{ms}}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )
Beer i Israel, 1986	<i>Ulva sp.</i>	36	20	100,7
Del Rio et. al, 1995	<i>U. rigida</i>	-	-	65
Riccardi i Solidoro, 1996	<i>U. curvata</i>	-	-	312,5
Lartigue et. al, 2002	<i>U. lactuca</i>	25	28	401

Com que per a les dades de *U. Rigida* i *U. Curvata* no coneixem els valors de temperatura i salinitat, s'ha decidit no fer servir aquests valors. Tenint en compte que la salinitat del nostre sistema estarà al voltant del 36% i la temperatura en el moment de màxima demanda serà de 25°C, s'ha decidit agafar com a referència un valor intermedi entre les taxes de Beer-Israel i de Lartigue, però una mica més baixa per precaució. Així doncs, s'ha escollit com a taxa de producció d'O<sub>2</sub> per estimar la producció total, un valor de **200  $\mu\text{mol O}_2 \text{ g}_{\text{ms}}^{-1} \text{ h}^{-1}$**  (= 6 mgO<sub>2</sub> g<sub>ms</sub><sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

Relacionant la taxa de producció amb la biomassa total mitja diària d'algues obtenim la producció neta mitja diària. La biomassa d'ulva mitjana diària és de 2098.8 kg de matèria fresca, per tant, la producció d'oxigen mitja diària serà de **13,39 kgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>**

### **Balanç:**

Per tal de determinar les màximes necessitats d'oxigen, en comptes de realitzar un càlcul individualitzat per a cada dia com en els casos anteriors, s'han buscat les situacions que puguin resultar més desfavorables i s'han calculat les necessitats durant l'alimentació dels peixos i durant la nit.

Aquestes situacions estudiades són: el dia en què la biomassa és més gran al llarg de tot l'any productiu, i el dia en què la biomassa és més gran quan la temperatura és la més

alta (25°C). D'aquesta manera es pretén trobar les necessitats màximes d'oxigenació artificial i dimensionar així els equipaments necessaris.

A la taula 5-10 es mostren les dades emprades per al càlcul, i a la taula 5-11 les dades del balanç amb les fórmules emprades.

Com es pot veure a la taula 5-10, durant el dia el cultiu d'Ulva produeix grans quantitats d'oxigen (19,6 i 18,6 kg h<sup>-1</sup>) que no es poden mantenir en dissolució gaire temps. Per tant es consideraran concentracions d'O<sub>2</sub> dissolt, com a màxim del 140% a la sortida del biofiltre i al tanc d'expansió; ja que l'aigua provinent del cultiu de l'Ulva, al passar pel biofiltre perdrà una gran quantitat d'oxigen dissolt per l'acció de l'aireació i del flux turbulent.

Taula 5-10. Dades per al càlcul del balanç d'oxigenació

<i>Variable</i>	<b>Màx. biomassa a 25°C (Alimentació)</b>	<b>Màx. biomassa a 25°C (Nit)</b>	<b>Màx. biomassa / any (Alimentació)</b>	<b>Màx. biomassa / any (Nit)</b>
<i>Dia</i>	243	243	304	304
<i>Temperatura mitja [°C]</i>	25	25	18	18
<i>N-NH<sub>4</sub> oxidat a N-NO<sub>3</sub> [mg l<sup>-1</sup>]</i>	1,18	1,18	<b>1,9</b>	1,9
<i>Taxa consum O<sub>2</sub> nitrificació [mgO<sub>2</sub> mgN-NH<sub>4</sub><sup>-1</sup>]</i>	4,57	4,57	4,57	4,57
<b><i>Consum net Nitrificació [KgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>]</i></b>	<b>1,91</b>	<b>1,91</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>
<i>Biomassa orades [Kg]</i>	18561	18561	22128	22128
<i>Pes mitjà orades [g]</i>	164	164	195,6	195,6
<i>Taxa consum O<sub>2</sub> orada [mgO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	325,60	140,70	209,18	98,16
<b><i>Consum net respiració orada [KgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>]</i></b>	<b>6,04</b>	<b>2,61</b>	<b>4,63</b>	<b>2,17</b>
<i>Biomassa fresca Ulva [Kg]</i>	2980,5	2980,5	2832,3	2832,3
<i>Taxa producció O<sub>2</sub> Ulva [mgO<sub>2</sub> g mf<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	6,4	0	6,4	0
<b><i>Producció neta O<sub>2</sub> Ulva (P.O<sub>2</sub>Ulva) [KgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>]</i></b>	<b>19,07</b>	<b>0</b>	<b>18,13</b>	<b>0</b>

A la taula 5-11, quan el valor hipotètic calculat de la concentració d'O<sub>2</sub> a la sortida del biofiltre ( $H \cdot C_{out} Bf$ ) sigui superior al 100% de saturació, no caldrà afegir O<sub>2</sub> al biofiltre. A més, per al càlcul de la concentració d' O<sub>2</sub> dissolt a la sortida dels tancs d'orades ( $H \cdot C_{out} P$ ), es suposarà que el valor màxim que arribi a l'entrada serà del 140% de saturació d'O<sub>2</sub> en aigua a causa de l'efecte de l'aireació anteriorment explicat.

Per determinar les necessitats d'aportacions d'oxigen, s'han fixat unes concentracions objectiu a la sortida del biofiltre i dels tancs de com a mínim igual al 100% de saturació. Aquesta concentració resulta indispensable perquè el biofiltre oxidi ràpidament l'amoni i no pugui tornar als tancs de les orades. Per als peixos, tot i que poden tolerar concentracions una mica més baixes, sempre és recomanable tindre concentracions a la sortida de com a mínim el 100% de saturació per tal de mantindre la màxima profilaxis i els màxims índexs de conversió.

Taula 5-11. Càlcul de les aportacions d'oxigen dissolt

<b>Situació</b>	<b>Màx. biomassa a 25°C (Alim.)</b>	<b>Màx. biomassa a 25°C (Nit)</b>	<b>Màx. biomassa / any (Alim.)</b>	<b>Màx. biomassa / any (Nit)</b>	<b>Fórmula</b>
<i>Dia</i>	243	243	304	304	-
<i>Temperatura [°C]</i>	25	25	18	18	-
<i>Saturació O<sub>2</sub> 100% [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	6,72	6,72	7,61	7,61	Taula, f(temp.)
<i>Saturació O<sub>2</sub> 140 [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	9,40	9,40	10,65	10,65	Taula, f(temp.)
<i>Concentració min. O<sub>2</sub> sortida Biof. (Min C<sub>out</sub> Bf) [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	6,72	6,72	7,61	6,72	= Saturació O <sub>2</sub> 100%
<i>Concentració min. O<sub>2</sub> sortida orades (Min. C<sub>out</sub> O) [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	6,72	6,72	7,61	6,72	= Saturació O <sub>2</sub> 100%
<i>Concentració O<sub>2</sub> sortida Ulva (C<sub>out</sub> U) [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	60,64	6,72	125,5	7,61	$\frac{Prod.O_2 Ulva}{Q_{ulva}} + MinC_{out} P$
<i>Concentració O<sub>2</sub> sortida Biof. (hipotètica) (H.C<sub>out</sub> Bf) [mgO<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>]</i>	9,4	1,32	10,65	-1,1	$\frac{- Cons. O_2 Nitrif.}{Q_{rec}} + C_{out} U$
<b><i>Aportació O<sub>2</sub> BF [KgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>]</i></b>	<b>0</b>	<b>1,91</b>	<b>0</b>	<b>1,34</b>	$(Min. C_{out} Bf - C_{out} BF) \cdot Q_{rec}$

Concentració $O_2$ sortida orades (sense afegir $O_2$ ) ( $H.C_{out}O$ ) [ $mgO_2 l^{-1}$ ]	-7,81	-0,67	-19,68	-6,52	$\frac{-Consum O_2 Respir.}{Q_{rr}} + \% Sat. O_2$
<b>Aportació <math>O_2</math> orades</b> <b>[<math>KgO_2 h^{-1}</math>]</b>	<b>5,14</b>	<b>2,61</b>	<b>4,19</b>	<b>2,17</b>	$(Min. C_{out}O - H.C_{out}O) \cdot Q_{rec}$

Per tant com a conclusions, podem extreure:

- La demanda d'oxigen serà major quan les temperatures i la càrrega de biomassa siguin altes.
- S'haurà d'implementar un sistema d'aireació al biofiltre que pugui donar almenys  $1,62 KgO_2 h^{-1}$ .
- S'haurà d'implementar un sistema d'oxigenació que pugui proporcionar com a mínim  $5,14 KgO_2 h^{-1}$  quan els peixos s'estiguin alimentant (per al conjunt dels lots).
- Les necessitats d'oxigen per als peixos durant la nit seran, aproximadament, un 70% inferiors a quan s'estiguin alimentant.

A la figura 2 es mostra un croquis amb els cabals i les diferents concentracions d'amoni, nitrat i oxigen dissolt que hi hauria en tot el sistema en el dia amb la màxima concentració de biomassa amb la temperatura més alta (dia 243). En aquest dia, les demandes d'oxigen són màximes, i els cabals són molt propers als màxims absoluts.

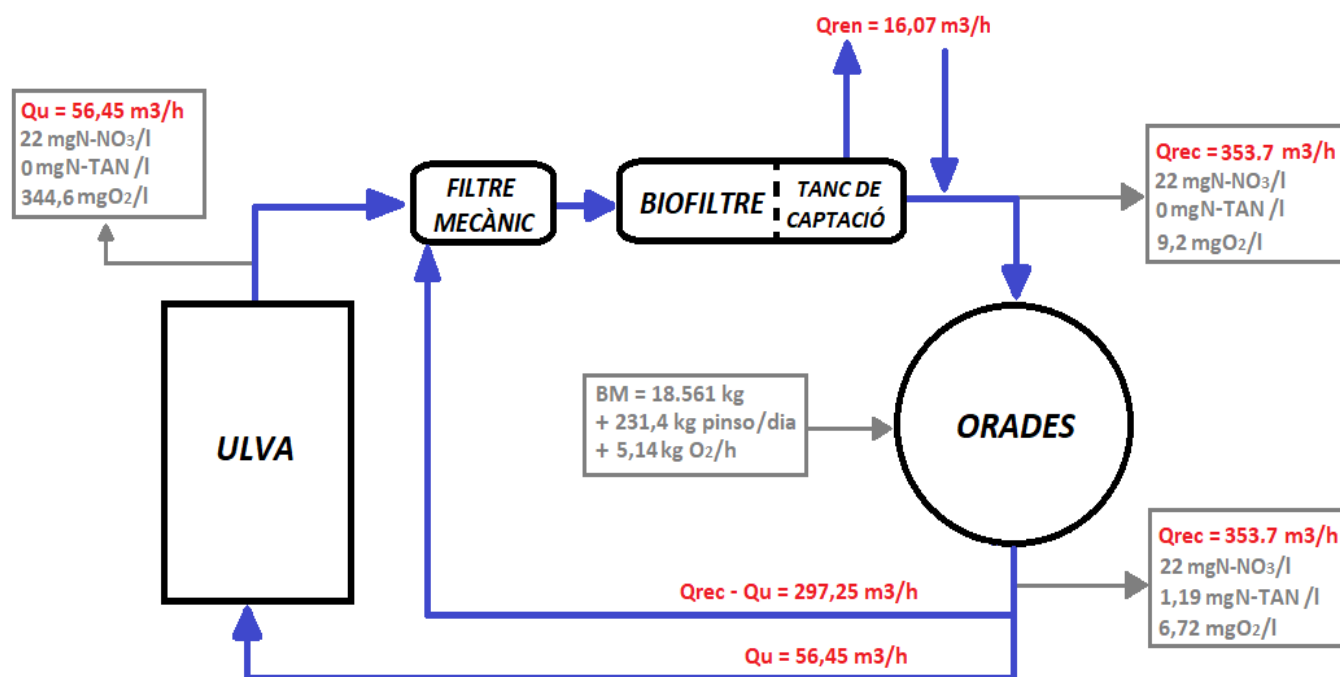


Figura 2. Esquema del balanç del cabal d'aigua, d'oxigen i de nitrogen.

#### 5.4.5. Balanç de les concentracions de fòsfor

El fòsfor és el segon nutrient més important pel creixement de les algues i per tant pot resultar limitant. No es tracta d'un element tan abundant en la dieta dels peixos com el nitrogen, i per tant, de vegades, pot ser necessari aportar fòsfor per mantenir la màxima producció. Llavors, caldrà també, estudiar el balanç de fòsfor en el sistema; però no serà necessari fer-ho de forma tan precisa com en els casos anteriors, ja que d'haver-se de produir, la introducció de fòsfor extra en el sistema no seria una despesa important ni requeriria equipaments especials.

Per tal de quantificar les necessitats de fòsfor pel cultiu, s'han tornat a fer servir les anàlisis de mostres d'*Ulva ohnoi* en un sistema AMTI (Ferrer, 2016). En aquestes anàlisis sobre mostres d'algues sanes, es va obtenir que de mitja contenen 319,35 mg per cada 100 grams de matèria seca. Per tant, coneixent les dades de creixement diari (apartat 5.3.), sabem que de mitja tot el cultiu d'*Ulva* assimila en la seva biomassa **0,116 kg P dia<sup>-1</sup>**.

Com en el cas del nitrogen, el fòsfor s'introdueix en el sistema a través de la dieta dels peixos, per tant, per conèixer la disponibilitat de fòsfor hem de conèixer el contingut de

fòsfor en l'alimentació. Els diferents pinsos que es faran servir, tenen continguts en fòsfor total que van de 0,9 a 1,2%, per tant es prendrà un valor per a l'estimació de la producció mitjana diària de l'1,1% de fòsfor total en el pinso.

Per últim necessitem conèixer quina quantitat del fòsfor aportat quedarà finalment dissolt en l'aigua. Aquest cop s'ha emprat la informació recollida per Lupatsch & Kissil (1998) en el seu estudi de les deixalles produïdes per l'orada. Segons les dades, de mitja les orades retenen en la biomassa el 29% del fòsfor ingerit i excreten un 71%. Les femtes sòlides representen un 44% del total, i per tant el 27% restant serà el fòsfor en dissolució en forma de fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

A efectes de càlcul contarem que només 27% del fòsfor introduït es trobarà en dissolució i disponible pel cultiu d'*Ulva*, però s'ha de tindre present que les femtes sòlides aniran a parar a un tanc de decantació on la matèria orgànica s'anirà mineralitzant i el que no aprofitin les anemones pesarà al circuit principal d'aigua; per tant la concentració real de fòsfor dissolt podria ser major.

A l'equació 5-10 es mostra el càlcul final realitzat per a l'estimació de la producció mitjana diària de fòsfor en les instal·lacions.

$$157,7 \text{ kg pinso / dia} \times \frac{1,1 \text{ kg P}}{100 \text{ kg Pinso}} \times \frac{27 \text{ kg P dissolt}}{100 \text{ kg P introduït}} = 0,46 \text{ kg P/dia} \quad (\text{Eq.5-10})$$

Amb les dades de consum i producció exposades, i emprant l'equació per al càlcul del cabal en funció de la concentració de metabòlits (eq. 5-5, apartat 5.4.1.) podem efectuar un balanç per preveure quines serien les concentracions de fosfats en diferents punts del sistema ( taula 5-12 ).



Taula 5-12. Balanç de les concentracions de fòsfor en el sistema

1er cicle	[mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> l <sup>-1</sup> ]
<i>C.out orades = C.in Ulva</i>	0,101
<i>C.out Ulva</i>	<b>-0,024</b>
<i>C.out Filtre Mecànic</i>	0,076
<i>C.in orades</i>	0,072
<b>28é cicle</b>	
<i>C.out orades = C.in Ulva</i>	1,141
<i>C.out Ulva</i>	<b>1,016</b>
<i>C.out Filtre Mec.</i>	1,115
<i>C.in orades</i>	1,056

Com es pot veure, inicialment la concentració de fosfat és deficitària, però a mesura que l'aigua circula, els ions s'acumulen fins a estabilitzar-se entorn a 1 mg l<sup>-1</sup>, concentració suficient per al creixement de les algues.

## 6. Enginyeria de les obres i instal·lacions

### 6.1. Emplaçament

Les instal·lacions es situaran en una partició de la parcel·la amb referència cadastral 43138A012000980000SG; situada a la partida Casablanca 9103, Polígon 12, Parcel·la 98, 43540, Sant Carles de la Ràpita (Tarragona).

La parcel·la actual està dedicada al cultiu d'arròs i té unes dimensions de 11.044 m<sup>2</sup>, però es realitzarà una partició i s'adquirirà la partició sud amb una superfície de 8.157 m<sup>2</sup>, quedant al nord una parcel·la de 2.887 m<sup>2</sup> que es fusionarà amb l'arrossar contigu.

A la figura 3 es pot veure un plànol de situació (ortofoto A) amb el perímetre i les particions de la parcel·la actual assenyalat en verd, i a l'ortofoto B, un plànol amb el perímetre de la parcel·la que s'adquirirà marcat en verd, i els espais ocupats pel hivernacle (dreta) i la nau (esquerra) assenyalats en vermell. Al Document 2 (Plànols), es poden veure plànols de situació actual més detallats.

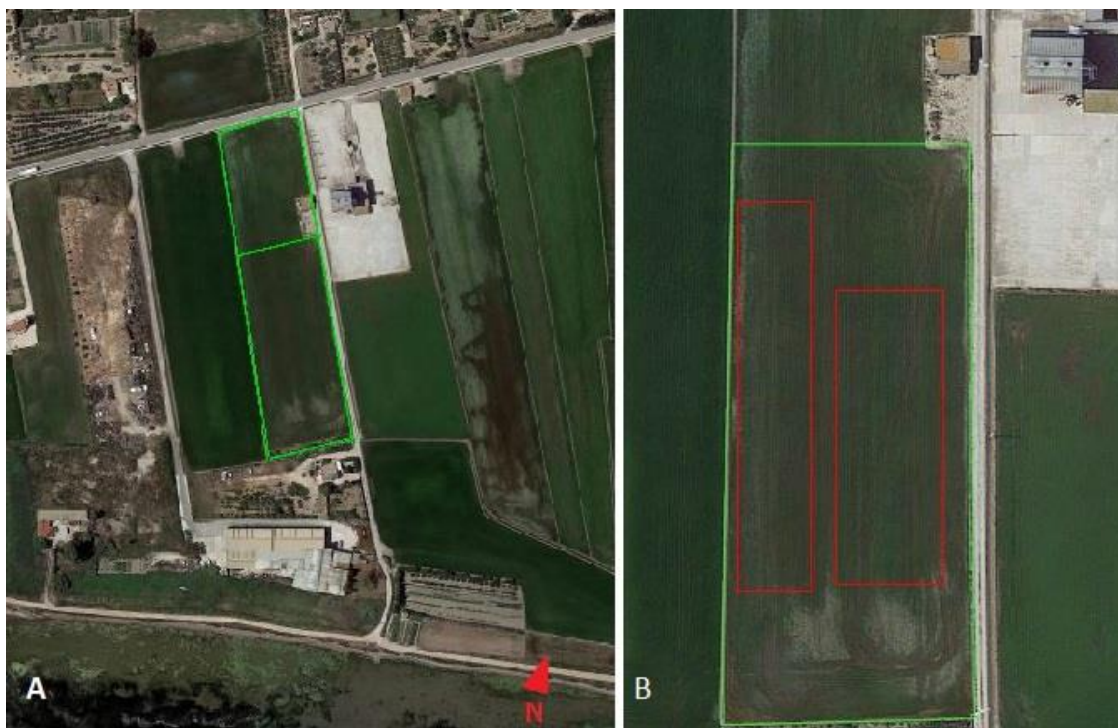


Figura 3. Plànols de situació de la parcel·la. (Font: Google Earth, modificacions pròpies)

## 6.2. Tancs de cultiu

### 6.2.1. Engreix i pre-engreix d'orades

Les necessitats de tancs per aquestes activitats han estat descrites en l'apartat 5.2., i a continuació es descriuran les característiques exactes dels tancs i el criteri emprat pel seu dimensionament.

Tots els tancs tindran un disseny circular, i tindran l'entrada del cabal en un lateral submergida i enfocada a 45° respecte a la tangent del perímetre del tanc (figura 3). D'aquesta manera es facilitarà la creació d'un vòrtex a l'interior del tanc que permetrà crear un corrent amb prou velocitat perquè els peixos s'exercitin, millorant així la seva salut general i incrementant inclús taxes de creixement i qualitat de la carn (Palstra i Planas, 2011).

A més el vòrtex a l'interior del tanc millora la uniformitat de les condicions ambientals de l'aigua (concentracions d'oxigen i metabòlits), afavorint una distribució més uniforme dels peixos.

La velocitat del vòrtex haurà de representar un 15 – 20% de la velocitat als orificis d'entrada; d'aquesta manera i amb la formació d'un flux secundari al fons del tanc circulant del perímetre exterior cap al centre (gràcies al drenatge central), es facilita l'autoneteja dels tancs. Aquesta qualitat d'autoneteja també es veurà afavorida per les altes densitats de cultiu, ja que l'activitat natatòria dels peixos generarà una turbulència afegida que contribuirà també a la resuspensió dels sòlids i per tant a la neteja del fons (Masaló et al., 2008).

Tots els tancs tindran un drenatge central de tipus *dual-drain*, aquest sistema permet recollir entre un 80 - 90% de les femtes sòlides i pinso sense digerir a la sortida del tanc. D'aquesta manera la càrrega de sòlids a l'efluent majoritari dels tancs es reduirà, i per tant necessitarem un filtre mecànic molt menor que amb un drenatge senzill. Els residus sòlids s'arrosseguen des del fons del tanc fins a un petit hidrociclò on es separen els sòlids de l'aigua i permet la recollida dels fangs. Mentre que el cabal majoritari sortirà per la part central del tanc cap a un regulador vertical del nivell d'aigua. Un esquema del sistema d'entrada i sortida del cabal dels tancs es pot veure a la figura 4.

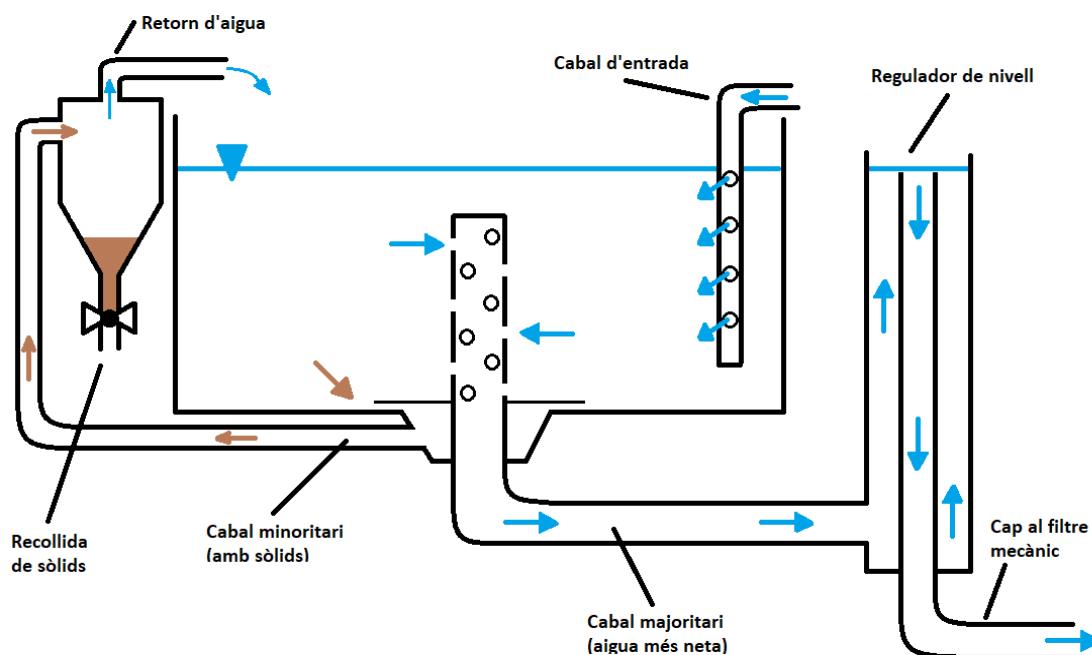


Figura 4. Flux d'aigua i sòlids als tancs d'engreix i pre-engreix. (elaboració pròpia)

Pel dimensionament dels tancs s'han seguit recomanacions bibliogràfiques que indiquen ràtios de diàmetre/profunditat entre 5:1 i 10:1 (Larmoyeux et al. 1973, Chenoweth et al. 1973) altres autors recomanen ràtios per sota de 5:1 (Timmons, 2007). Pel nostre disseny s'ha intentat mantenir una ràtio propera a 5:1, però assegurant unes alçades que permetin fer un maneig ergonòmic dels tancs. Les dimensions, ràtios i materials dels tancs es troben recollits a la taula 6-1.

Taula 6-1. Dimensions dels tancs aquícoles

<i>Vol. aigua [m<sup>3</sup>]</i>	<i>H lamina [m]</i>	<i>H resguard [m]</i>	<i>H total [m]</i>	<i>Radi [m]</i>	<i>Diàmetre (D) [m]</i>	<i>Superfície [m<sup>2</sup>]</i>	<i>Ràtio D:H</i>
<b>5</b>	0,6	0,2	0,8	1,63	3,26	8,3	5,43
<b>10</b>	0,8	0,2	1	1,99	3,99	12,5	4,99
<b>20</b>	1	0,2	1,2	2,52	5,05	20	5,05

Tots els tancs seran prefabricats de polietilè reforçat amb fibra de vidre (PRFV). Aquest material resulta més car que d'altres, però és el més adient per a la cria de peixos, ja que és de fàcil neteja i no té cap mena de reactivitat amb l'aigua i per tant permet un major control sobre els paràmetres de qualitat. A més al tractar-se d'un material lleuger, la instal·lació resulta molt senzilla, permet fer modificacions i el manteniment de les canonades i drenatges resulta molt més accessible que en tancs d'obra.

### 6.2.2. Cultiu d'ulva

Aquest cultiu es desenvoluparà sota un hivernacle que tindrà varies funcions: mantenir o incrementar la temperatura de l'aigua en el seu pas per aquesta zona abans de tornar als tancs d'orades, mantenir temperatures altes o temperades per al millor desenvolupament del cultiu, protegir les algues de la radiació excessiva i reduir les pèrdues per evaporació gràcies a canalons per la recollida de l'aigua condensada al interior. Les característiques detallades de l'hivernacle es veuran més endavant, al apartat 6.5.

Per al dimensionament i disseny de l'espai destinat al cultiu de l'Ulva s'han projectat canals (o tancs estrets i allargats) amb secció semicircular i situats per sota del nivell del sòl. Aquests estaran agrupats paral·lelament a banda i banda d'un dipòsit col·lector de l'aigua de drenatge, i d'on s'impulsarà l'aigua cap al filtre mecànic.

Com es detallava al apartat 5.3, la superfície estrictament destinada al cultiu, és a dir, la superfície del aigua de cultiu, ocuparà 900 m<sup>2</sup>. Els canals s'han dimensionat en base a la profunditat òptima de cultiu establerta (0,45 m), a criteris de maneig del cultiu i la collita (amplitud màxima d'un metre), i a la amplitud màxima de les naus dels hivernacles i l'amplitud de la parcel·la (llargària).

La parcel·la que en la que es volen emplaçar les instal·lacions té una amplitud màxima de 60 m, i com que l'espai necessari per a la zona destinada a la cria dels peixos és conegut, s'ha pogut determinar l'amplitud màxima que podria ocupar el hivernacle per al cultiu. Suposant capelles d'hivernacle de 9 m, es podrien emplaçar dues capelles (18 m), deixant marge suficient a banda i banda de l'hivernacle.

Per tant si suposem canals d'un metre d'ample i passadissos entre canal i canal de 0,8 m d'ample (per a la recol·lecció amb carretons), podem emplaçar 10 canals paral·lels de 90m de llarg; que al dividir-los per situar al mig el canal de drenatge, quedarien en **20 canals de 45 m de llarg i un metre d'ample.**

A la taula 6-2 es recullen les dimensions detallades pels canals de cultiu projectats amb els cabals i les renovacions diàries.

Taula 6-2. Dimensions dels canals de cultiu

<i>Nombre de canals</i>	20
<i>Amplada canal [m]</i>	1
<i>Longitud canal [m]</i>	45
<i>Alçada canal [m]</i>	0,5
<i>Tirant d'aigua [m]</i>	0,45
<i>Secció mullada [m<sup>2</sup>]</i>	0,3425
<i>Volum aigua canal [m<sup>3</sup>]</i>	15,41
<i>Volum aigua total [m<sup>3</sup>]</i>	308,25
<i>Cabal màxim [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	58,19
<i>Renovacions diàries màximes</i>	4,53
<i>Cabal mig [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	38,86
<i>Renovacions diàries mitges</i>	3,02

Els canals tindran una línia d'aïreació al fons per produir el moviment dels fragments de tal·lus al llarg de l'alçada del canal (figura 5), i produir així la rotació dels mateixos per tal que la llum solar es distribueixi de manera uniforme sobre totes les algues. Perquè el moviment es produeixi de forma efectiva, l'amplada no hauria de ser més gran que el doble de la fondària i la fondària ha de ser del voltant del mig metre perquè arribi prou llum i intensificar la producció. Per aquest motiu s'ha escollit una alçada de la làmina d'aigua de 0,45 m, que s'haurà de mantenir constant per evitar riscos i mantenir una elevada productivitat.

La forma de la secció dels canals serà semicircular per tal que el moviment vertical de l'aigua sigui uniforme a tot el volum. Aquests canals estaran construïts amb formigó armat i allisat, per tal d'evitar infiltracions i facilitar la neteja en cas de ser necessària. Els detalls constructius dels canals s'abordaran al apartat 6.5.3.

Pel que fa a les característiques hidrodinàmiques dels tancs, l'objectiu és que l'aigua es renovi constantment però que velocitat dintre dels canals sigui molt baixa, per tal que els fragments de tal·lus es distribueixin homogèniament en tot el llarg de l'espai i no s'acumulin als drenatges. De manera que l'entrada d'aigua es produirà a baixa velocitat i es distribuirà al llarg de tot el canal, això s'aconseguirà amb una configuració semblant a una xarxa de reg localitzat. A un extrem de cada canal (a la part més propera del dipòsit de recollida) es situarà un sobreeixidor que drenarà l'aigua i regularà el nivell (figura 5). El disseny hidràulic de la instal·lació es desenvoluparà amb més detall al apartat 6.3.

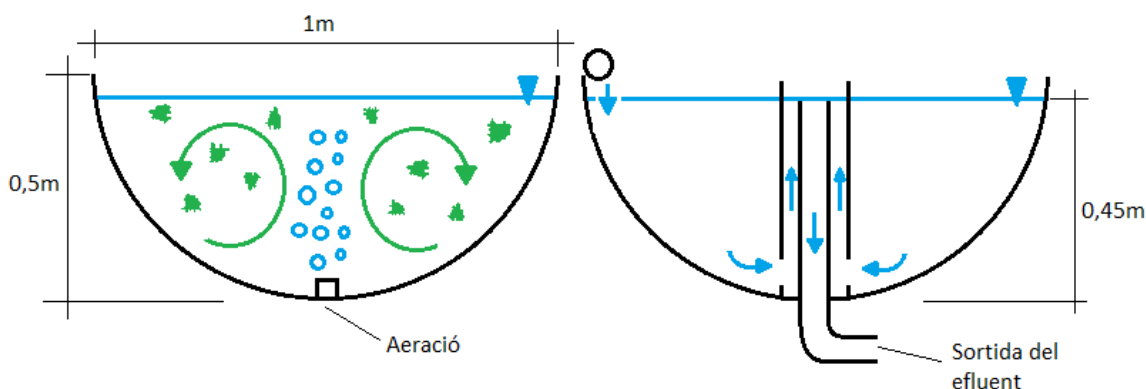


Figura 5. Croquis amb seccions i vista en planta del tancs de cultiu

## 6.3. Equipaments hidràulics

### 6.3.1. Captació i abocament al mar

Les obres de hidràuliques per a la captació i l'abocament d'aigües al mar requereixen de permisos especials, i per tant s'han de planificar amb especial cura. Per realitzar aquestes obres, s'haurà d'encarregar a una empresa d'enginyeria marítima la realització d'un projecte que contempli totes les restriccions imposades per l'administració. Aquesta empresa també haurà d'avaluar la conveniència de realitzar la captació directament del mar o d'un pou, i si l'abocament s'hauria de fer al mar o a un canal ja existent proper al terreny.

A efectes de la realització d'un pressupost general, s'han dimensionat les canonades i s'han escollit els equips d'impulsió i d'altres que afectaran al cabal de renovació, comptant amb que l'aspiració i l'abocament es faran directament al mar amb canonades soterrades, i que la distància dels punts de captació/abocament a les instal·lacions serà de 200 m.

Tot i que no s'ha especificat l'emplaçament de la bomba de captació d'aigua de mar, sí que s'ha seleccionat un model amb les característiques estimades necessàries, i s'ha previst la instal·lació d'un hidrocicló (model Odis 50820v3 ) per a la retenció de partícules amb major densitat que l'aigua i just després un filtre de malla semiautomàtic (model Azud SpiralClean 2S) que retindria les partícules més grans de 130 micres.

### 6.3.2. Canonades

En aquest apartat s'exposarà la metodologia emprada per al dimensionament de les canonades i per al càlcul de les pèrdues de càrrega produïdes. A l'annex III es poden trobar tots els diàmetres escollits i les pèrdues calculades amb el procediment emprat.

Per als càlculs hidràulics s'ha partit de les necessitats de cabal anteriorment calculades. De tots els dies del cicle de cultiu, s'han seleccionat els cabals punta i s'ha estimat un cabal mig (taula 6-3). Els diàmetres de les canonades i les pèrdues de càrrega s'han calculat amb aquets cabals.



Els cabal màxims individuals corresponen al cabal màxim que es dona en almenys un dels tancs de cada tipus, i el cabal total és igual al cabal individual multiplicat per el nombre de tancs de cada tipus. Es pot comprovar que la suma dels cabals totals per a cada tipus de tanc es superior al cabal total de recirculació, això és degut a que els cabals màxims individuals no es donen al mateix temps, però per tal de dimensionar les canonades s'ha treballat amb aquets cabals màxims.

Tabla 6-3.Relació de cabals a les instal·lacions

	<b>Tanc</b>	<b>Màxim</b>	<b>Mitjà</b>
<i>Q Individual [m³ h⁻¹]</i>	5 m³	4,13	2,12
	10 m³	7,93	3,53
	20 m³	12,58	6,88
<i>Q Total [m³ h⁻¹]</i>	5 m³	33,03	16,94
	10 m³	87,20	38,83
	20 m³	251,51	137,52
<i>Q recirculació total [m³ h⁻¹]</i>		355,35	193,29
<i>Q Ulva [m³ h⁻¹]</i>		58,19	38,86
<i>Q Renovació [m³ h⁻¹]</i>		16,21	10,43

Ja que el cabal és variable al llarg del temps, s'han calculat els diàmetres de manera que serveixin per al cabal mig i el màxim. La velocitat objectiu és de **1 m s⁻¹**, ja que amb aquesta velocitat s'impossibilita l'acumulació de partícules i les pèrdues de càrrega es minimitzen. Però, com què els cabals són força diferents, s'han considerat vàlides velocitats entre **0,5 i 3 m s⁻¹**. Per al càlcul del diàmetre de les canonades s'ha emprat l'expressió següent (eq.6-1) :

$$Q = V \cdot A$$

$$\text{On: } Q = \text{cabal}(\text{m}^3 \text{ s}^{-1}), V = \text{velocitat}(\text{ms}^{-1}), A = \text{secció de la canonada}(\text{m}^2) \quad (\text{Eq.6-1})$$

Les pèrdues de càrrega lineals s'han calculat amb la fórmula de Veronesse – Datei per a les canonades de PVC (Eq.6-2), i amb la de Blassius per a les canonades de polietilè (Eq.6-3).

$$h_c = \frac{0.00092}{D^{4,8}} \cdot Q^{1,8} \cdot L$$

(Eq.6-2)

$$J = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L$$

(Eq.6-3)

On:  $Q = \text{cabal}(l \text{ h}^{-1})$ ,  $D = \text{diàmetre canonada}(mm)$ ,  $L = \text{longitud canonada}(m)$

Per a les pèrdues de càrrega singulars, en tots els casos s'ha fet servir l'equació 6-4, i s'ha calculat amb la velocitat màxima, es a dir, la que es produirà amb el cabal màxim. Els coeficients  $k$  s'han estimat en base a diversa bibliografia sobre la matèria i a criteris propis, ja que els coeficients varien segons circumstàncies i no s'han seleccionat peces concretes amb coeficients coneguts.

$$h_s = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

(Eq.6-4)

On:

$k = \text{coeficient de resistència},$

$v = \text{velocitat},$

$g = \text{acceleració deguda a la gravetat}$

En principi totes les canonades, a excepció de les d'entrada del cultiu d'ulva, s'han projectat en PVC, tot i que en la pràctica podria ser convenient la utilització d'altres materials en punts concrets de la xarxa.

Per a la canalització del cabal entrant per al cultiu d'ulva, s'han emprat canonades de polietilè PN4, ja que en aquest cas la distribució s'ha dissenyat com si es tractés d'una xarxa de reg localitzat. El motiu per aquesta decisió recau en la forma dels tancs i el baix que arribarà per a una extensió tant gran. El cabal s'ha de distribuir de forma molt homogènia per tal que a cada canal i al llarg de cadascun arribi la mateixa quantitat de nutrients. Si s'aboqués un cabal major en certs punts del canal les concentracions de nutrients en aquestes zones seria superior i es donarien diferències en el creixement. Per aquest motiu, s'han projectat dues canonades terciàries (a banda i banda del canal de recollida d'aigua) i 20 laterals amb degoters cada 53 cm. S'han seleccionat degoters clàssics de laberint del model *Euro-key 24* de la marca Toro, que donen el màxim cabal que s'ha pogut trobar ( $34 \text{ l h}^{-1}$  a 1,5 bar).

### 6.3.3. Bombes

Amb els cabals màxims i les pèrdues de càrrega calculades anteriorment, s'han buscat diferents models de bombes que s'adaptin el millor possible a les necessitats de cada cabal. Son bombes pensades per al buidat de dipòsits o zones inundades, evacuació d'aigües pluvials, etc., per la qual cosa tenen un pas per a sòlids prou gran (mínim 20mm) i són resistents a l'abrasió i la corrosió. A més, amb totes hi ha la possibilitat d'instal·lar un sensor de nivell per al control automàtic del nivell dels dipòsits.

A continuació es detallen les necessitats per a cada cabal amb la bomba escollida i la corba de rendiment:

- **Cabal de recirculació (del biofiltre als tancs d'orades):**
  - Cabal màxim =  $339 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - H total = 10,13 mca
  - Bomba escollida: Omega 6C-200/300-20
  - Tipus d'impulsió: Centrifuga de canal lateral
  - 960 r.p.m.

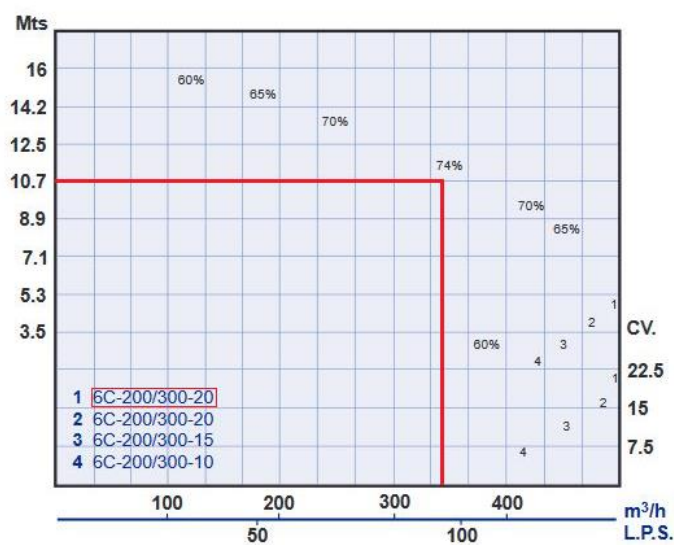


Figura 6. Corba de la bomba 6C-200/300-20\* (font: Bombas Omega)

\*Per motius desconeguts, en els documents proporcionats pel fabricant no apareix la corba dibuixada, però es pot intuir la tendència de la corba en base a la numeració.

- **Cabal d'entrada Ulva (del dipòsit de recollida als canals de cultiu)**

- Cabal màxim =  $58 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- H total = 36 mca
- Bomba escollida: Omega 2C-80/220-20
- Tipus d'impulsió: Centrifuga de canal lateral
- 2900 r.p.m.

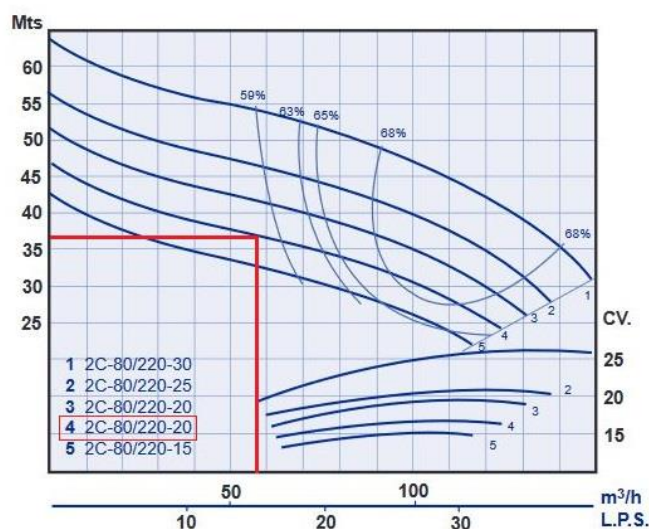


Figura 7. Corba de la bomba 2C-80/220-20 (font: Bombas Omega)

- **Cabal de sortida Ulva (del dipòsit col·lector al filtre mecànic)**

- Cabal màxim =  $58 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- H total = 2,6 mca
- Bomba escollida: Sulzer MF 565W
- Tipus d'impulsió: Vortex
- 2900 r.p.m.

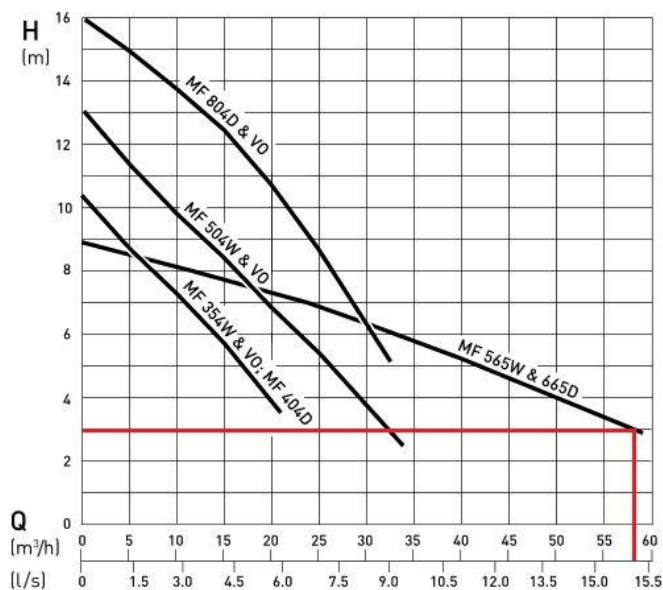


Figura 8. Corba de la bomba MF 565W (font: Sulzer)

- **Cabal de entrada de renovació (del mar als tancs d'orades)**

- Cabal màxim =  $16,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- H total = 45 mca
- Bomba escollida: Omega 4C-100/370-40
- Tipus d'impulsió: Centrifuga de canal lateral
- 1450 r.p.m.

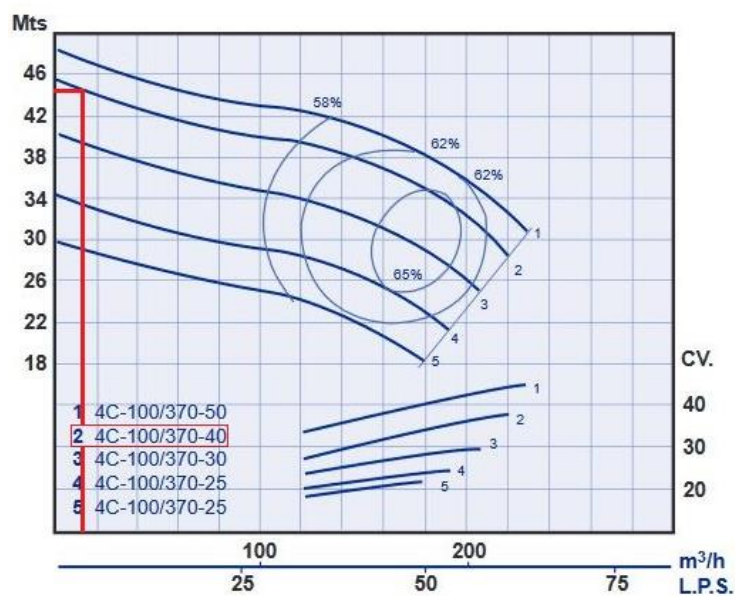


Figura 9. Corba de la bomba 4C-100/370-40 (font: Bombas Omega)

- **Cabal de sortida de renovació (del biofiltre al mar)**

- Cabal màxim =  $16,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- H total = 18,5 mca
- Bomba escollida: Omega 2A-40/145-2
- Tipus d'impulsió: Obert
- 2900 r.p.m.

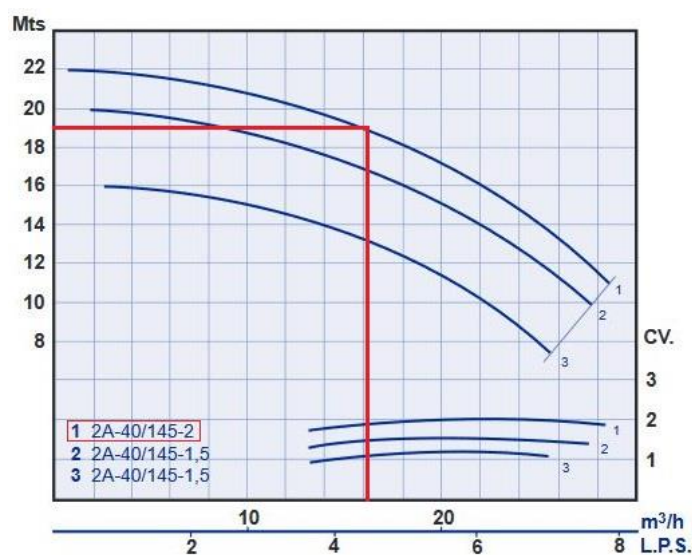


Figura 10. Corba de la bomba 2A-40/145-2 (font: Bombas Omega)

#### 6.3.4. Filtre mecànic

Per a l'eliminació dels sòlids en suspensió es requereix un filtratge mecànic que extregui els bioresidus produïts pels peixos i els floculs bacterians que puguin arribar des del biofiltre.

Per realitzar aquesta funció, s'ha optat per escollir un filtre rotatiu de tambor, un sistema molt utilitzat per la seva eficiència en explotacions aquícoles. Aquest consisteix en un cilindre (tambor) constituït per malles filtrants a través del qual passa l'aigua bruta, el cilindre gira en funció del cabal i de la quantitat de residus que arriben, ja que s'activa quan detecta un augment en el nivell de l'aigua causat pel bloqueig de la malla. Quan el tambor comença a girar, a la part exterior del tambor, uns difusors d'aigua a pressió desprenen els sòlids recollits per la malla (*back-flush*). Els sòlids expulsats amb l'aigua provinent dels difusors són recollits en un canaló suspès en la part superior interior del tambor i són transportats cap a un tanc de decantació amb la impulsio d'una petita bomba integrada en el filtre.

Aquests filtres tenen dos tipus de configuracions; uns tenen el tambor totalment cobert per una coberta metàl·lica o de polietilè d'alta densitat, per la que entra el cabal directament amb una canonada connectada, travessa el filtre i surt per una altra. En una configuració alternativa, el filtre no té coberta inferior i només té un bastidor metàl·lic que el sosté, pel que s'ha de construir un canal de ciment que el contingui. Aquesta configuració està pensada per a cabals que arriben per gravetat, ja que el dipòsit o tanc es troba sempre per sota del nivell del terra. D'aquesta manera el cabal arriba per gravetat i flueix en superfície des de l'entrada, travessa el filtre i segueix cap un altre procés depuratiu o es canalitza. A la figura 11 es pot veure aquest tipus de configuració simplificada.



Figura 11. Filtre rotatiu de tambor instal·lat en canal (font: Pentair)

Per les nostres instal·lacions decidim projectar un filtre amb aquesta última configuració per diferents raons. En primer lloc, aquesta configuració ens resulta més practica al poder ajuntar el canal per al filtre mecànic amb el dipòsit del biofiltre i el tanc de captació, per la qual cosa no caldria canalitzar el cabal. Aquesta configuració també resulta més adequada ja que la major part del cabal (provinent dels desguassos dels tancs d'orades), arribarà per gravetat amb molt poca pressió amb canonades soterrades, per la qual cosa tindre un canal per sota del nivell del terra facilitarà l'arribada de l'aigua. I en tercer lloc, aquesta configuració facilita el intercanvi ja que l'aigua s'oxigena i es descarbonata més que si estigues "tancada". Les especificacions tècniques del canal d'obra que contindrà el filtre es poden trobar més endavant, en l'apartat 6.4.2.

### **Elecció del filtre**

Per poder pressupostar aquesta instal·lació haurem de seleccionar un model de filtre mecànic i dissenyar un contenidor adequat al model. Per a l'elecció del filtre hi ha tres factors clau: el cabal que s'haurà de filtrar, l'ample de malla del filtre i la quantitat de sòlids en suspensió que portarà el cabal.



El cabal màxim a processar, ja és conegut, i ronda els **355 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>** (veure apartat 5). Seleccionarem un ample de malla de **63µ**, una mida habitual en instal·lacions aquícoles i suficient per retirar fins i tot els sòlids més petits. I per tant, només caldrà calcular el total de sòlids en suspensió (TSS) màxim que es pugui donar.

Per conèixer el TSS necessitem una referència de les excrecions que produeixen les orades. Per estimar les femtes sòlides que es produiran, hem agafat les dades obtingudes per Lupatsch i Kissil (1998) en el seu estudi sobre els residus produïts per *Sparus aurata*. En la publicació es relata que en una explotació en què s'aporten 1790 kg de pinso en un dia, es produeixen 447 kg de femtes sòlides. Per tant, per cada kg de pinso es produeixen **0,2497 kg** de fems.

Per obtenir la quantitat màxima de TSS, s'ha vist que s'obtenen valors més alts amb cabals i consums d'alimentació mitjans que amb el cabal i l'alimentació màxims. Per tant, partint del ràtio de producció de fems, el consum mig diari de pinso (apartat 5.2.2) i el cabal mitjà de recirculació; calculem el TSS mitjançant els següents factors de conversió (Eq.6-5):

$$TSS = \frac{157,7 \text{ Kg pinso}}{1 \text{ dia}} * \frac{0,2497 \text{ Kg fems}}{1 \text{ Kg pinso}} * \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} * \frac{10^6 \text{ mg}}{1 \text{ Kg}} * \frac{1 \text{ h}}{193290 \text{ l}} = 8,48 \text{ mg l}^{-1}$$

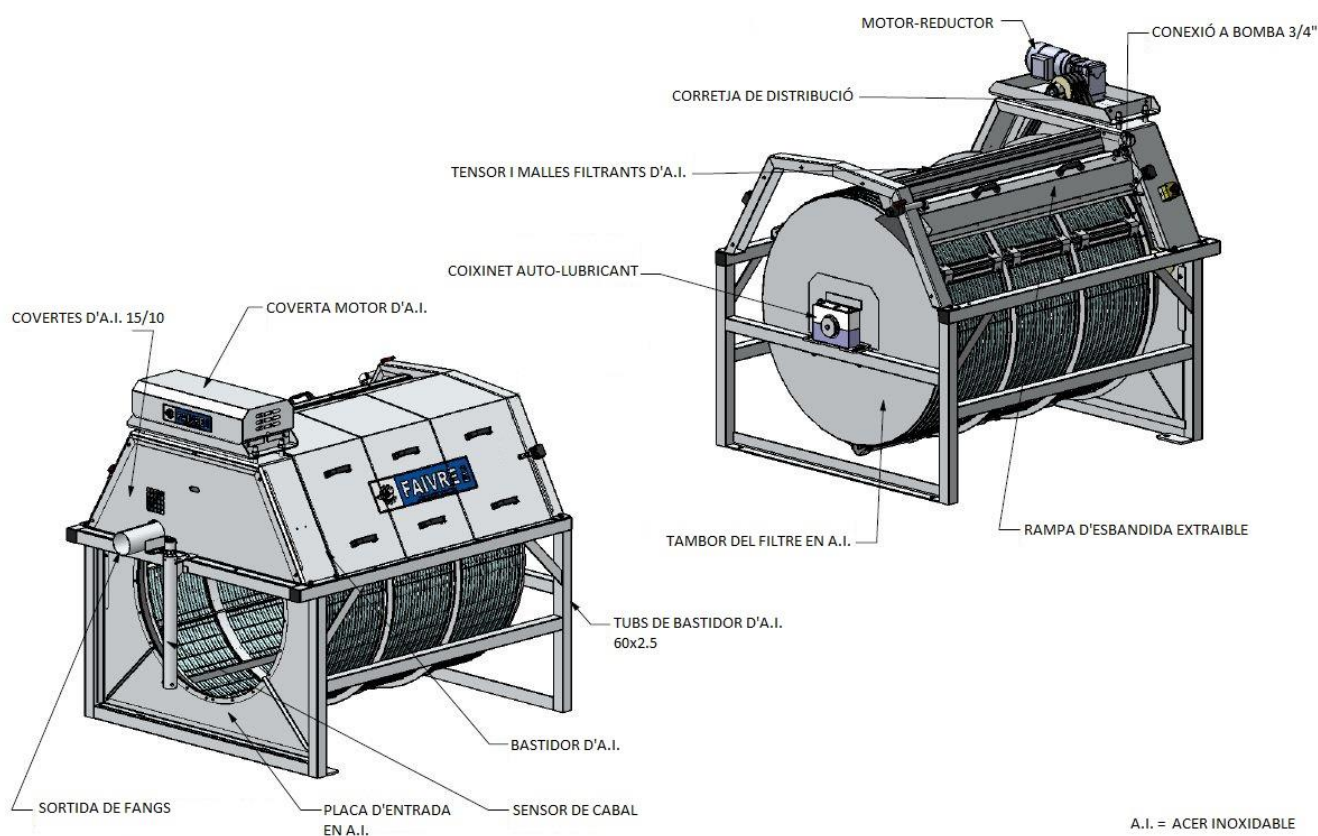
(Eq.6-5)

El total de sòlids en suspensió amb un consum de pinso mitjà i un cabal mitjà seria de 8,48 mg l<sup>-1</sup>; però com que preveiem tindre un sistema de drenatge en els tancs d'orades que ha d'extreure un mínim del 75-80% dels sòlids, la quantitat màxima que podem esperar és de **2,12 mg l<sup>-1</sup>**. Aquesta xifra ens deixa un marge molt ampli per extreure, a més, fragments de tal·lus del cultiu d'ulva i fragments de pinso sense digerir (no contemplats en el càlcul); ja que els fabricants dels filtres recomanen aquests sistemes per a aigües amb un màxim de 25 mg l<sup>-1</sup>, i si es superés aquest valor caldrien unes altres solucions de depuració.

Amb les dades obtingudes, hem seleccionat un filtre de tambor amb bastidor fabricat per l'empresa FAIVRE, model *Rotoclean 9-120* (figura 12). Les especificacions tècniques del model es recullen a la taula 6-4.

Taula 6-4. Especificacions tècniques del filtre de tambor (Font: Faivre, elaboració pròpia)

<i>Ample de malla [<math>\mu</math>]</i>	63
<i>Cabal màxim tolerable [<math>m^3 h^{-1}</math>]</i>	558
<i>TSS màxim tolerable [<math>mg l^{-1}</math>]</i>	10
<i>Potència del motor [<math>w</math>]</i>	250
<i>Cabal d'esbandida [<math>l s^{-1}</math>] a 3 bars amb <math>80\mu</math></i>	0,6
<i>Superfície filtrant [<math>m^2</math>]</i>	3,87
<i>Nombre de plaques filtrants</i>	9
<i>Material elements metàl·lics</i>	INOX 316L

Figura 12. Descripció del filtre *Rotoclean 120* (Font: Faivre)

### 6.3.5. Biofiltre

Per a la conversió de l'amoni a nitrat es preveu d'instal·lació d'un biofiltre de tipus "lilit mòbil", o per les seves sigles en anglès "*MBBR*" (*Moving bed bio-reactor*). Els avantatges respecte a altres tipus de biofiltres, són bàsicament la reducció de l'espai ocupat i el baix manteniment. En els MBBR es fan servir suports plàstics amb una gran superfície específica per al creixement bacterià, els quals s'agiten contínuament per l'acció d'una aireació intensa. Els suports es mouen lliurement en el tanc, i gràcies al moviment continu, es va desprenent l'excés de biofilm i no s'embossa. Per tant, a diferència d'altres models, no cal fer neteges.

Les dimensions del biofiltre es calculen en funció de la producció diària de TAN, de la superfície específica del suport i de la taxa de conversió de l'amoni. La taxa de conversió, és el paràmetre més difícil de conèixer amb precisió, ja que depèn de moltes variables (pH, salinitat, concentració d'amoni...). Però per assegurar-nos de què es processarà tot l'amoni, convé comptar amb una taxa prudent, en el nostre cas suposarem una taxa de **1 g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (25°C)**.

Aquests biofiltres tenen una capacitat d'omplert diferent en funció del tipus de suport que es faci servir; és important complir amb la capacitat indicada pel fabricant, per què si s'omple més del compte, l'eficiència de conversió es veurà afectada a causa del moviment deficient dels suports.

El biofiltre que projectarem estarà dissenyat per fer servir el suport *MBBR-M BioChip* (de la marca comercial *AnoxKaldnes*), aquest medi és el de major superfície específica que s'ha trobat al mercat (**1200 m<sup>2</sup> m<sup>-3</sup>**) i està específicament dissenyat per controlar el creixement excessiu del biofilm i permetre l'autoneteja, ha d'ocupar el 55% del biofiltre i està especialment dissenyat pels sistemes MBBR (figura 13).



Figura 12. Suport de biofilm *MBBR-M Biochip* (font: Veolia)

A continuació es mostra el càlcul del material de suport necessari (Eq.6-6) i que ens servirà per dimensionar el dipòsit de formigó que el contindrà. La quantitat de TAN que s'indica serà la màxima prevista en tot el cicle productiu.

$$Vol_{suport BF} = \frac{12,18 \text{ Kg TAN}}{1 \text{ dia}} * \frac{1000g}{1 \text{ Kg}} * \frac{1 \text{ m}^2 \text{ dia}^{-1}}{1 \text{ gTAN eliminat}} * \frac{1 \text{ m}^3 \text{ BioChip}}{1200 \text{ m}^2} = 10,15 \text{ m}^3$$

(Eq.6-6)

Per tant, com que necessitem 10,15 m<sup>3</sup> de suport biofiltrant i l'omplert indicat per aquest material és del 55%, el volum mínim necessari del tanc contenidor serà **18,46 m<sup>3</sup>**.

El tanc que farà la funció de biofiltre estarà adherit al canal del filtre mecànic i a un tanc annex d'on es bombejarà l'aigua cap als tancs. El disseny i característiques constructives d'aquets elements es veuran més endavant a l'apartat 6.4.2.

### 6.3.6. Aireació

Com s'ha esmentat amb anterioritat, caldran implementar sistemes d'aireació en dues parts de les instal·lacions, en el biofiltre i en el cultiu d'ulva. L'aireació tindrà funcions i característiques diferents en els dos apartats, però els dos sistemes seran d'aireació submergida, és a dir difusors. Per aquest motiu s'analitzaran per separat els dos casos.

#### -Biofiltre:

El biofiltre de llit mòbil necessita l'aireació dels difusors per dos motius: proporcionar oxigen per que la oxidació de l'amoni sigui completa, i moure els discs de suport per evitar el creixement excessiu de biofilm mantenint l'eficàcia del sistema.

Per tant, en aquest cas l'aireació ha de transferir oxigen de manera eficient produint la saturació o sobresaturació de l'aigua. De la saturació d'oxigen que es produeixi al biofiltre també es beneficiaran els peixos reduint el consum d'oxigen pur, ja que l'aigua del biofiltre anirà directament als tancs.

Les necessitats d'O<sub>2</sub> per al biofiltre s'han estudiat al apartat 5.4.4. i són de com a màxim **1,91 KgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>** durant la fase nocturna (quan la ulva no produeix O<sub>2</sub>). Cal recordar que per a aquesta estimació s'ha suposat que l'aigua procedent del cultiu d'ulva podria arribar amb una saturació màxima d'O<sub>2</sub> del 140%, i que per tant supliria les necessitats durant la fase diürna, però només es tracta d'una suposició sense calcular i per tant les necessitats podrien ser majors.

En canvi, el cabal d'aire i la mida de les bombolles que es necessiten per moure de manera efectiva els suports, són paràmetres que ens resulten totalment desconeguts. Per tant, per dissenyar correctament aquesta instal·lació s'hauria de comptar amb l'assessorament tècnic del fabricant dels suports. Amb l'objectiu de simplificar i pressupostar la instal·lació, només s'ha tingut present les necessitats d'oxigen.

El sistema que es proposa instal·lar consisteix en un ventilador centrífug que insufla aire per una canonada que baixa al fons del biofiltre i es distribueix per una sèrie de discs difusors que creen bombolles petites (1-3 mm). A la figura 14 es pot veure una il·lustració dels difusors en funcionament i a la dreta un exemple de distribució.

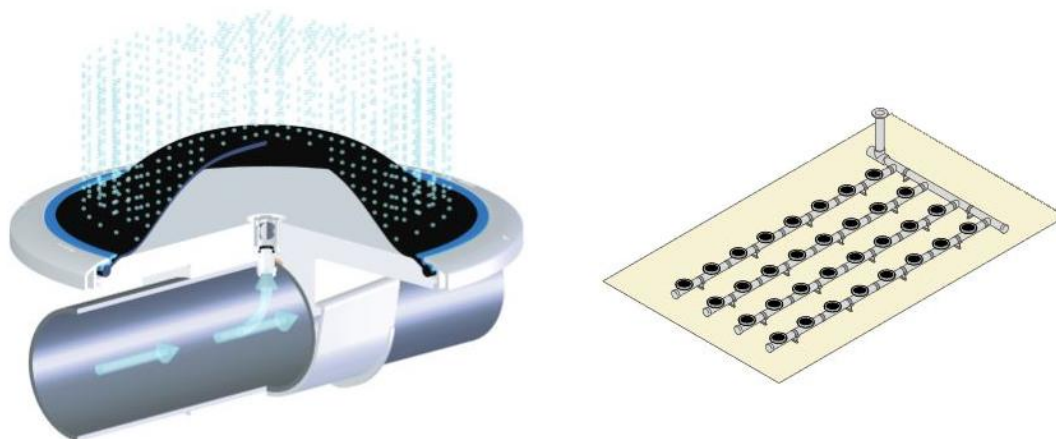


Figura 13. Il·lustracions del sistema d'aireació per al biofiltre (fonts: Sulzer, Zenit)

Per determinar quants discs difusors necessitem farem servir les corbes del SOTE (*Standard oxygen transfer efficiency*) proporcionades pel fabricant (figura 15), en aquest cas Sulzer.

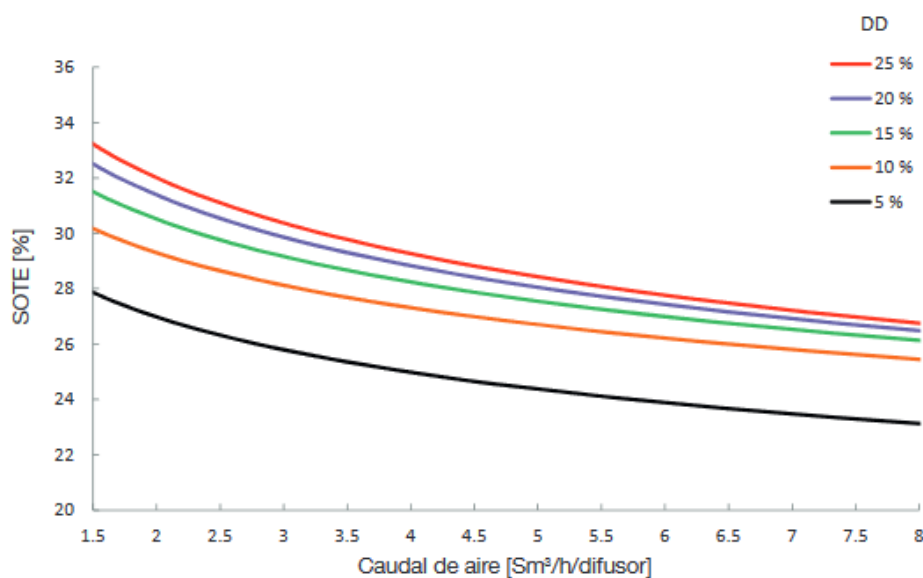


Figura 14. Corbes de SOTE per difusors de discs, on DD = àrea total de difusor / àrea total del fons (font: Sulzer)

Com veiem el cabal mínim d'aire per difusor és de **1,5 m³ h⁻¹**, i cobrint un 5% de la superfície a tractar l'eficiència de transferència d'oxigen és del 28%, això vol dir que amb 100 m³ h⁻¹ d'aire injectat es transferirien a l'aigua 28 kg d'O₂. Per tant calculem quants difusors necessitem per cobrir el 5% de la superfície del fons del biofiltre i si amb el cabal mínim seria suficient per cobrir les necessitats. A la taula 6-5 es recullen les dades per el càlcul i els resultats obtinguts.

Tabla 6-5. Càlcul de la transferència d'oxigen l'aigua amb la configuració mínima d'aireació

<i>Superfície fons biofiltre [m<sup>2</sup>]</i>	10,52
<i>5% superfície fons [m<sup>2</sup>]</i>	0,526
<i>Superfície membrana disc [m<sup>2</sup>]</i>	0,06
<i>Difusors necessaris</i>	9
<i>Cabal mínim difusor [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	1,5
<i>Cabal total [m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>]</i>	13,5
<i>Transferència (SOTE 28%) [kgO<sub>2</sub> h<sup>-1</sup>]</i>	<b>3,78</b>

Com es pot veure, cobrint un 5% de la superfície i amb el cabal mínim per als difusors, en principi proporcionariem gairebé el doble dels requeriments d'O<sub>2</sub> per al biofiltre. Cal esmentar que les dades del SOTE proporcionades pel fabricant suposen una fondària d'aigua de 4m i amb un TDS de 1000 mg l<sup>-1</sup>. En el nostre cas tenim un màxim de 1,75m, ja que a major profunditat es podria produir una sobresaturació de nitrogen, i un TDS de 2,12 mg l<sup>-1</sup>. Per tant, la transferència que es pot esperar podria ser bastant menor, ja que la transferència d'oxigen a l'aigua és en funció proporcional del temps de contacte bombolla-aigua i per tant de la profunditat. Igualment els difusors permeten arribar fins a 8 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> i encara que baixi el rendiment, proporcionarien oxigen més que suficient.

Així doncs, un cop sabem el número i model dels difusors (*Sulzer PRK 300*), i amb la pèrdua de càrrega que indica el fabricant (3 kPa/difusor per a un cabal de 1,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>), busquem una bomba d'aire que s'adapti a les necessitats. S'ha seleccionat una bomba de turbina regenerativa model *Pentair SL190*, la corba de servei de la qual es troba adjunta a la figura 16. Com es veu proporciona el cabal desitjat amb una pressió dintre del rang acceptable per a tres difusors en sèrie, i permetria augmentar lleugerament el cabal.

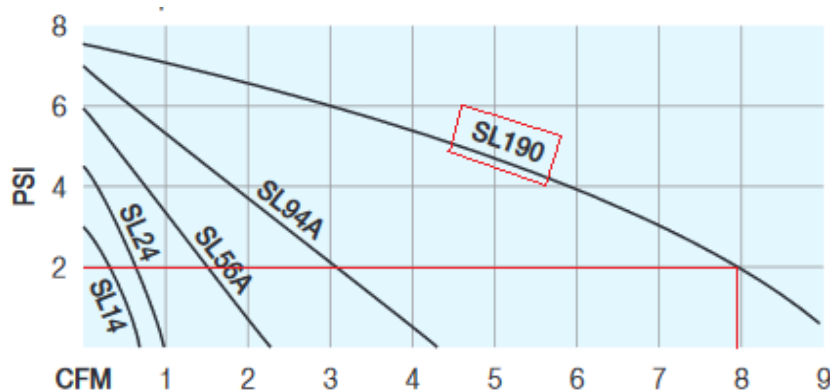


Figura 15. Corba de servei de la bomba SL190 (2 psi = 13,79Kpa ; 8cfm = 13,89 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>)  
(Font: Pentair)

### -Canals d'ulva:

Per al cultiu d'ulva l'aireació tindrà la funció de produir el moviment de les algues per homogeneïtzar la incidència de la llum i afavorir l'intercanvi de nutrients entre l'aigua i les algues, augmentant la turbulència i reduint el gruix de la capa límit.

Per establir el cabal d'aire necessari s'ha pres com a referència dades obtingudes en un estudi realitzat per N. Toro (2018) sobre la influència del mètode d'agitació en el creixement d'un cultiu d'*Ulva ohnoi*. En aquest estudi es demostrava que no hi havia diferències de creixement (en condicions d'excés de nutrients) entre la utilització d'un cabal d'aire de 8 l min<sup>-1</sup>, i un de 4 l min<sup>-1</sup> en tancs amb una superfície de 0,57 m<sup>2</sup>, es a dir 0,42 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>m<sup>2</sup>.

Per tant, extrapolant el cabal de 4 l min<sup>-1</sup> al nostre cultiu (amb una superfície de 900m<sup>2</sup>), el cabal d'aire que necessitaríem seria de **378 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>**.

En aquest cas, donada la gran superfície a cobrir, es proposa la utilització d'un sistema d'aireació més econòmic, consistent en tubs de polipropilè foradats cada 9 cm que produeixen bombolles grosses (4-5 mm). Aquests difusors tenen una eficiència de transferència molt inferior, però produeixen major turbulència, per tant resulten més interessants per aquesta funció. A més, el model escollit (Pentair WD50) inclou lastres que permeten que els tubs es mantinguin al fons dels canals sense fixacions. A la taula 6-6 es donen les especificacions tècniques i el nombre de difusors necessaris amb la distribució dels mateixos en els canals.



Taula 6-6. Especificacions difusor WD50 i càlcul d'unitats (font: Pentair, elaboració pròpia)

Cabal difusor [ $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ]	0,26	Superfície canal [ $\text{m}^2$ ]	45
Longitud difusor [m]	0,5	Cabal mínim canal [ $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ]	18,9
Diàmetre interior tub [mm]	25,4	Nombre teòric difusors	72,69
Separació entre forats [cm]	9	Nombre real difusors	72
Perduda de càrrega [kPa]	14 - 20	Parelles de difusors	36
SOTE [%]	$\geq 10$	Separació entre parelles [m]	1,25
SAE [ $\text{kgO}_2 \text{Kw h}^{-1}$ ]	2	Cabal total [ $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ]	374,4

Per al cultiu d'ulva s'ha seleccionat un compressor més potent, per que pugui alimentar tota la xarxa amb pressió suficient. Es tracta del model *Pentair S73* de 50Hz, la corba de servei es troba a la figura 17.

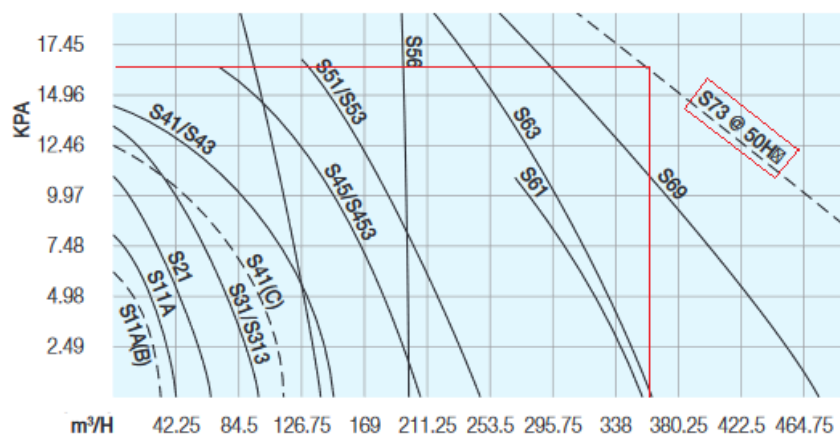


Figura 16. Corba de servei de la bomba d'aire S73 50Hz (Font:Pentair)

### 6.3.7. Oxigenació

Per a l'aportació d'oxigen necessària per als peixos, existeixen diferents sistemes. En aquest cas la utilització d'aireació no resulta eficient, ja que les necessitats varien molt depenent de la situació i el cost del funcionament de les bombes d'aire seria molt elevat. El més habitual és la injecció d'oxigen pur i es pot fer de diferents maneres. Normalment es realitza a alta pressió amb reactors cònics que barregen aigua i gas, bé una part del cabal que queda sobresaturada i després es barreja amb la resta del cabal, o bé injectant oxigen directament a tot el cabal a la saturació desitjada.

Actualment existeixen nous sistemes que permeten injectar l'oxigen pur a baixa pressió a l'entrada de cada tanc, amb un important estalvi energètic. Es el cas del *sistema SOLVOX OxyStream*, de la marca *Linde* (veure figura 18) . Es tracta d'un sistema que oxigena i distribueix l'aigua als tancs; a més de reduir la concentració de  $N_2$  dissolt, per la qual cosa es pot prescindir d'un equip desgasificador. El distribuïdor porta un sensor de cabal, i es pot connectar a un quadre de control que regula en tot moment la quantitat d'oxigen que s'aplica en funció del cabal entrant.

Com que la demanda pot ser elevada (fins a  $5,14 \text{ kg O}_2 \text{ h}^{-1}$ ) l'oxigen es produirà amb un generador amb tecnologia d'absorció per canvi de pressió (PSA), que produeix oxigen amb un 95% de puresa a partir de l'aire. Aquest estarà connectat al quadre de control i produirà oxigen a demanda, per la qual cosa es podrà prescindir del subministrament constant de bombones.



Figura 17. Sistema SOLVOX OxyStream (Font: Linde)

### 6.3.8. Climatització

Com s'ha esmentat anteriorment, per a aconseguir una alta productivitat i evitar fluctuacions dràstiques en el creixement de les orades, es requerirà incrementar la temperatura de l'aigua (i possiblement reduir-la) en certs moments al llarg de l'any.

Per establir les necessitats d'energia calorífica necessàries, s'han comparat les temperatures de l'aigua de mar (taula 3-2) amb les temperatures límit marcades per al pla productiu (taula 5-1) i s'ha calculat la potència ( $P$ ) necessària amb l'equació 6-7.

A la taula 6-7 es mostra l'energia màxima necessària per escalfar l'aigua que entra al circuit (cabal de renovació), fins a la temperatura fixada com a objectiu.

$$P = m \cdot C_p \cdot dt$$

On:  $m = \text{cabal}(\text{kg s}^{-1})$ ,  $C_p = \text{calorespecífic}(\text{kJ Kg}^{-1}\text{C}^{-1})$ ,  $dt = \text{increment de temperatura}(\text{C}^{\circ})$  (Eq.6-7)

Taula 6-7. Càlcul de l'energia de climatització

Mes	T mínima mensual del aigua de mar [C°]	T objectiu [C°]	Cabal de renovació mig diari [l s <sup>-1</sup> ]	Potència calorífica requerida [Kw]
Gener	12,5	18	2,6	<b>57,6</b>
Febrer	12,3	18	2,3	<b>51,7</b>
Març	12,8	19	2,1	<b>52,3</b>
Abril	13,4	20	2,1	<b>55,7</b>
Maig	15,6	21	2,3	<b>48,8</b>
Juny	19	23	2,7	<b>43,6</b>
Juliol	22,1	25	3,4	<b>39,8</b>
Agost	23,7	25	3,8	<b>19,7</b>
Setembre	22,2	24	3,9	<b>27,7</b>
Octubre	19,5	23	3,9	<b>55,1</b>
Novembre	16,2	18	2,8	<b>20,3</b>
Desembre	13,7	18	2,8	<b>47,6</b>

El càlcul de la taula 6-7 només es refereix al cabal provinent del mar, ja que és l'única temperatura que podem preveure, un cop aquest cabal entri en el circuit, la temperatura anirà baixant. De manera que amb una sola font de calor amb aquesta potència no n'hi hauria prou per mantenir la temperatura en els tancs. Per aconseguir arribar a les temperatures desitjades caldria escalfar a una temperatura més alta o escalfar en diferents punts del circuit. Per aquest motiu proposem la instal·lació d'almenys **dos escalfadors**; un per al cabal d'entrada, i un altre per al cabal que alimenti els tancs de preengreix, ja que aquests requereixen d'un control més acurat. En el segon cas no podem preveure en quants graus s'haurà d'augmentar la temperatura, però es pot suposar que es requerirà bastanta menys energia, ja que amb l'acció de l'altre escalfador, l'intercanviador de calor a la sortida, l'aigua més calenta provinent del hivernacle, etc., l'aigua ja haurà guanyat temperatura respecte a la provinent del mar.

Actualment, la tecnologia de climatització més emprada industrialment és la de les bombes de calor, ja que són els equips que presenten major eficiència energètica i tenen l'avantatge de poder funcionar també com a refrigeradors.

De manera que s'ha seleccionat una bomba de calor, model *XLH-460901* de Pentair (figura19), amb una potència de calor/refredament de **41/23 kw**, i que tolera cabals entre **1,9 i 7,5 l s<sup>-1</sup>**. Aquesta bomba no podrà arribar en tot moment a la potència calculada, però cal recordar que les temperatures de l'aigua de mar calculades són les mínimes diàries en superfície i per tant no seran uns valors habituals.

A més s'instal·larà un **intercanviador de calor** en el qual, el cabal de renovació que torni al mar, transferirà el calor al cabal entrant (abans de passar per la bomba de calor). Per la qual cosa, la potència necessària de la bomba de calor serà menor a la calculada a la taula 6-7.

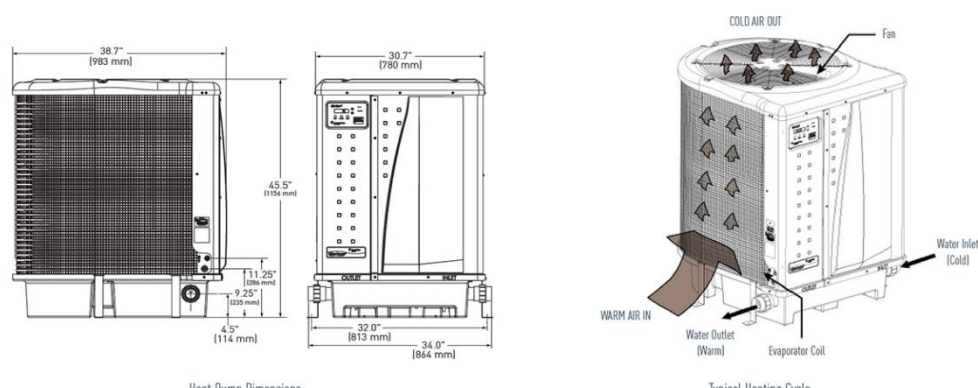


Figura 18. Planols de la bomba de calor XLH-460901 (Font: Pentair)

### 6.3.9. Desinfecció

La desinfecció és pot definir com la reducció de la quantitat de microorganismes, ja siguin bacteries, virus, fongs o paràsits fins a unes concentracions desitjades. Aconseguir la total eliminació de patògens (esterilització) en una granja aquícola resultaria especialment complicada, i per tant l'objectiu és reduir la càrrega fins a un nivell acceptable.

La desinfecció s'ha de realitzar de diferents maneres en una instal·lació aquícola, i s'ha d'aplicar no només a l'aigua, sinó també als equips, edificis, personal, etc. Tot i així, la desinfecció del aigua resulta crucial i més encara en un sistema recirculatori com aquest. S'ha de realitzar en almenys dos punts, a l'entrada provinent del mar i al cabal de recirculació abans de tornar-la a fer servir per evitar l'augment de la càrrega.

En alguns casos pot ser necessari desinfectar també a la sortida, depenent d'on s'aboqui l'aigua i les normatives que es puguin aplicar. En el nostre cas, això s'haurà de tenir en compte a l'hora de realitzar l'estudi sobre la presa i abocament d'aigües al mar, tot i que la carrega microbiana, molt probablement, serà més reduïda en el cabal de sortida que en el d'entrada.

Per a la desinfecció de l'aigua existeixen diferents maneres: químiques, físiques, mecàniques i de radiació. Per resultar més pràctics i econòmics, els més empleats són la desinfecció per llum ultraviolada (UV) i l'ozonització. En el cas de l'ozonització, tot i que la producció d'ozó a partir d'oxigen resulta relativament senzilla, es requereixen instal·lacions més complexes, ja que els temps d'exposició per matar als organismes són majors, i es requereix encara més temps per eliminar l'ozó del aigua (ja que és extremadament tòxic per als peixos), a més de suposar un risc pels treballadors.

Per tant decidim tractar l'aigua amb filtres UV, aquests emeten llum amb una longitud d'ona al voltant dels 250nm, el qual danya l'ADN o ARN dels microorganismes produint la seva mort. La dosi de radiació es mesura en  $\text{mWs cm}^{-2}$ , i els valors més habituals per instal·lacions aquícoles estan entre els **30 i 35  $\text{mWs cm}^{-2}$**  (Lekang, 2007).

S'han seleccionat tres models diferents de filtre UV per a desinfectar les aigües en tres punts de la xarxa:

- Per al cabal de renovació provinent del mar (model 1PE 15):
  - Cabal màxim previst =  $16,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - Cabal màxim filtre =  $16 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - 1 llum de 95W , consum total = 138W
  - Distància entre eixos = 1052mm , distancia entrada-sol = 390mm
  - Diàmetre entrada = 53,2 mm
  
- Per al cabal d'entrada dels tancs de 10 i  $5 \text{ m}^3$  (model 2PE 120):
  - Cabal màxim previst =  $120 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  (33 + 87)
  - Cabal màxim filtre =  $113 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - 2 llums de 320W , consum total = 736W
  - Distància entre eixos = 1487mm , distancia entrada-sol = 605mm
  - Diàmetre entrada = 150 mm
  
- Per al cabal d'entrada dels tancs de  $20 \text{ m}^3$  (model 5PE 280):
  - Cabal màxim previst =  $255 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - Cabal màxim filtre =  $259 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
  - 5 llums de 320W , consum total = 1840W
  - Distància entre eixos = 1327mm , distancia entrada-sol = 770mm
  - Diàmetre entrada = 250 mm

Els tres filtres pertanyen a la mateixa sèrie fabricada per *INNOVAQUA* (figura 20) i tenen les següents característiques comuns:

- Pressió màxima de treball = 8 bar
- Dosis =  $35 \text{ mWs cm}^{-2}$
- Duració de les llums = 8.000h
- Comptador de hores
- Alarma de error
- Cos principal en Polietilè d'alta densitat

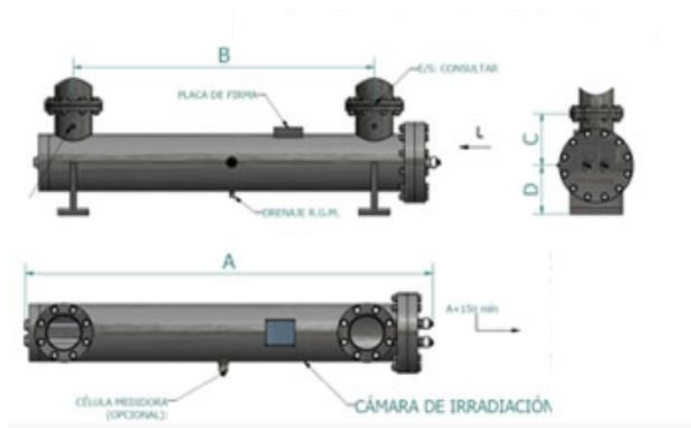


Figura 19. Plànols dels filtres UV (Font: INNOVAQUA)

### 6.3.10. Equipaments complementaris

#### - **Classificadora**

Com s'ha explicat anteriorment, els lots es classificaran per mides en varies ocasions al llarg del seu cicle de vida, aprofitant els successius canvis de tancs que és faran. D'aquesta manera s'evita el canibalisme i una major uniformitat dels lots.

Per fer aquesta feina existeixen les classificadores de peixos (tant vius com morts), que consisteixen en cintes transportadores que al estar irrigades per aigua assegurin el pas suau per la màquina, fins arribar a unes cadenes classificadores que deixen passar als peixos seleccionats fins una tolba amb una sortida d'on es transvasen als diferents tancs.

S'ha seleccionat una classificadora model *ELIMAT C3000D* amb les següents característiques tècniques:

- Nombre de classificacions: 3
- Capacitat: 1-2 tn h<sup>-1</sup>
- Gama de classificació: Orades d'entre 3 i 600 grams
- Necessitats d'aigua: mínim 300 l min<sup>-1</sup>
- Diàmetre de descàrrega: 200mm , reducció a 160mm

#### - **Bomba de peixos**

Per tal d'agilitzar la feina de classificació i transvasament dels peixos, és farà servir almenys una bomba que els succioni dels tancs i els impulsi fins la classificadora (o a la inversa). Per realitzar aquesta funció s'ha seleccionat la bomba *VAKI HEATHRO 8"* (figura 21 ) amb les següents especificacions:

- Diàmetre d'entrada/sortida: 203 mm (8") o 254 mm (10")
- Mida mínima/màxima dels peixos: 0,2 g – 1,2 kg
- Cabal màxim de la bomba: 7500 l min<sup>-1</sup>
- Altura de bombeig: 9m
- Màxima succió: 3m



Figura 20. Bomba de peixos VAKI Heathro 8" (Font: Vaki)

- **Menjadores**

A cada tanc, s'instal·laran menjadores automàtics de pèndol que proporcionen menjar a demanda. Tindran capacitats entre 60kg per als tancs més grans i 10kg per als més petits.

- **Cambra refrigerada**

Després del sacrifici dels peixos, aquests es col·locaran en caixes especials i es mantindran en una cambra frigorífica de conservació a 0°C fins que s'expedeixin. La cambra tindrà dues portes, una que donarà a l'interior de la nau (per on entraran els peixos sacrificats) i una altra que donarà accés a un moll de càrrega. El disseny i construcció d'aquesta instal·lació anirà a càrrec d'una empresa especialitzada en fred industrial, que s'encarregarà d'escollir els materials i equips necessaris.



## 6.4. Construccions

### 6.4.1. Estructures

Per al desenvolupament de les activitats productives s'haurà de comptar amb tancaments per a les diferents activitats. Per a la producció d'orades caldrà la construcció d'una nau industrial amb l'objectiu de resguardar els diferents equips i mantenir la temperatura de l'aigua el més constant possible, i per al cultiu d'Ulva un hivernacle que a part de mantenir la temperatura permetrà controlar les condicions lumíniques del cultiu.

Per a la projecció i construcció d'aquestes estructures s'haurà de comptar amb l'assessorament especialitzat dels contractistes que duran a terme les obres, no obstant, les construccions hauran de complir amb els condicionants que es detallen en aquest apartat.

#### **Nau industrial**

- La nau haurà de tindre les següents dimensions:

Llum (amplada): 26 m

Llargària: 73m

Alçada pilars: 4,4 m

Superfície total: 1898m<sup>2</sup>

L'espai serà completament diàfan (sense columnes) i la construcció dels pòrtics podrà ser d'acer o formigó prefabricat, a criteri del projectista. La nau contindrà en el seu interior un espai d'uns 130 m<sup>2</sup> destinat a una oficina, vestuaris, lavabos, etc., una cambra refrigerada amb entrada per la càrrega de camions (40 m<sup>2</sup>), i un magatzem per guardar el pinso i altres materials també amb una obertura l'exterior.

L'alçada dels murs vindrà condicionada per l'alçada dels camions que hauran de carregar i descarregar entrant una part del tràiler a la nau, l'alçada màxima dels quals pot ser de 4,30 m.

Haurà de tindre una coberta a dues aigües, amb la menor pendent possible (5% aproximadament), ja que una menor pendent de la coberta redueix significativament l'impacte paisatgístic. Només es preveu la instal·lació d'un sistema de ventilació lineal no forçada, per la qual cosa les càrregues a la coberta seran baixes i es podrà dissenyar una estructura lleugera.

El material de la coberta, així com el dels tancaments, haurà de seleccionar-se amb l'objectiu principal de l'aïllant tèrmic i d'evitar la condensació dintre de la nau, per la qual cosa s'aconsella la utilització de panells tipus sandwich amb aïllant de llana de roca, PIR o PUR, i amb una espessor considerable (>60 mm). A més la coberta haurà de tindre panells translúcids de policarbonat o altres materials, per reduir el consum en il·luminació.

De cara a una possible ampliació longitudinal de la nau en un futur, es recomana la utilització de tècniques i elements constructius que permetin l'ampliació amb facilitat i el reaprofitament dels materials.

### **Hivernacle**

Es recomana la construcció d'un hivernacle de tipus “multicapella de sostre corb” amb coberta de plaques de PVC o policarbonat.

Es preferible la construcció d'aquest tipus d'hivernacle enfront a altres més econòmics, però també funcionals, com el tipus “túnel” per la major durabilitat dels recobriments i el millor aprofitament de l'espai, al tindre parets rectes i una major amplitud de les naus.

L'hivernacle constarà de dues “capelles” o naus amb una amplitud de **9 metres**, l'alçada dels pilars i del zenit serà de 3,5m i 5,45m respectivament (les mínimes possibles, ja que el volum d'aire interior no resulta important). La llargària mínima haurà de ser de **94 metres**, però la llargària final estarà condicionada per la separació entre els pilars exteriors (normalment 2,5 m).

La separació entre els arcs i els pilars (exterior i interior) haurà de vindre determinada per la resistència necessària de l'estructura a l'acció del vent a la zona, l'estudi de la qual s'haurà de portar a terme pel projectista de l'estructura.

En quant als equipaments de l'hivernacle, aquest haurà de contar amb canalons interiors per recollir l'aigua que es condensi als sostres i retornar-la al cultiu. La ventilació que es proposa és la tipus "superzenit simple", que consisteix en una obertura lateral en el zenit de la coberta. Aquesta ventilació permet extreure de manera efectiva i ràpida l'aire calent i la humitat interior.

A més, com s'ha esmentat en apartats anteriors, haurà d'estar equipat amb una malla d'ombreig horitzontal que pugui cobrir per complet la superfície de cultiu per tal d'evitar que la irradiació solar superi els  $900 \mu\text{mol fotons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ja que podria malmetre el cultiu.

#### **6.4.2. Estructura pel filtre mecànic, biofiltre i zona de captació**

En aquest apartat es definiran les dimensions i materials constructius necessaris basant-se en les necessitats anteriorment descrites i en càlculs generalistes amb l'objectiu de pressupostar de manera aproximada aquests elements imprescindibles. De cara a la redacció del projecte, s'hauran de calcular correctament (seguint els codis tècnics) els esforços, moments, tensions, etc. Aquesta és l'única manera de realitzar una construcció totalment segura i eficient.

#### **Disseny de la instal·lació**

Aquesta estructura estarà composta per tres elements separats, filtre mecànic, biofiltre i tanc de captació. Tots tres es trobaran a l'interior de la nau per sota del nivell de la solera, amb un resguard que sobreeixirà 20 cm i on es podran instal·lar baranes de seguretat.

El filtre mecànic té unes especificacions tècniques recomanades pel fabricant que s'han tingut en compte per al disseny del canal, són les següents:

- Perímetre per al manteniment al voltant del filtre de 0,6 m
- Màxima velocitat de l'aigua =  $0,8 \text{ m s}^{-1}$
- Nivell de l'aigua recomanat = 0,75 m , màxim admissible = 0,8 m
- Dimensions: 1,5 m ample x 1,64 m de llarg

Les canonades provinents dels tancs d'orades, arribaran a l'entrada del filtre mecànic per gravetat amb canonades soterrades, la més profunda a 35 cm per sota del nivell de la solera amb un diàmetre exterior de 200 mm. Per tant el nivell de l'aigua en aquesta part, es trobarà com a mínim per sota de 55 cm sota el nivell de la solera de la nau. L'aigua desbordarà per un mur en la part posterior amb una alçada de 0,75 m (nivell recomanat de treball), de manera que mai es superi l'alçada recomanada, i caurà (uns 30 cm) a la part del biofiltre.

La part destinada al biofiltre ha estat dissenyada per tal de complir amb el condicionant del volum calculat a l'apartat 6.3.5, en el que es detallava que el tanc contenidor havia de tindre almenys 18,46 m<sup>3</sup>.

Un altre factor important en el disseny dels filtres de llit mòbil és la profunditat, ja que aquesta ha de ser suficient per a que l'intercanvi de gasos es produeixi de manera efectiva entre les bombolles d'aire de l'aireació (situada al fons del tanc) i la columna d'aigua. Aquesta profunditat mínima depèn de molts factors i resulta difícil de calcular, però seguint criteris habituals és considera d'1,5 m. Per a aquest disseny, i tenint en compte l'amplada marcada pel canal del filtre mecànic, l'alçada de la làmina d'aigua mínima s'ha fixat en 1,76 m, però es deixarà marge suficient per a que pugui arribar fins els 2 m. Per tant la llargària del biofiltre haurà de ser de 3,5 m ( 3,5 m x 3 m x 1,76 m = 18,48 m<sup>3</sup>).

A l'extrem oposat a la caiguda de l'aigua des del filtre de tambor, un mur amb unes obertures enreixades a la part inferior, retindrà els suports pel biofilm al tanc del biofiltre, i deixarà passar l'aigua a un espai destinat a albergar les bombes submergibles. Una d'aquestes bombes impulsarà l'aigua de retorn al mar, i una altra l'impulsarà l'aigua de retorn als tancs d'orades.

Les dimensions de tots els elements es poden veure en la següent il·lustració acotada (figura 22), i al document 2 (plànols) es poden veure plànols en alçat i en planta més detallats.

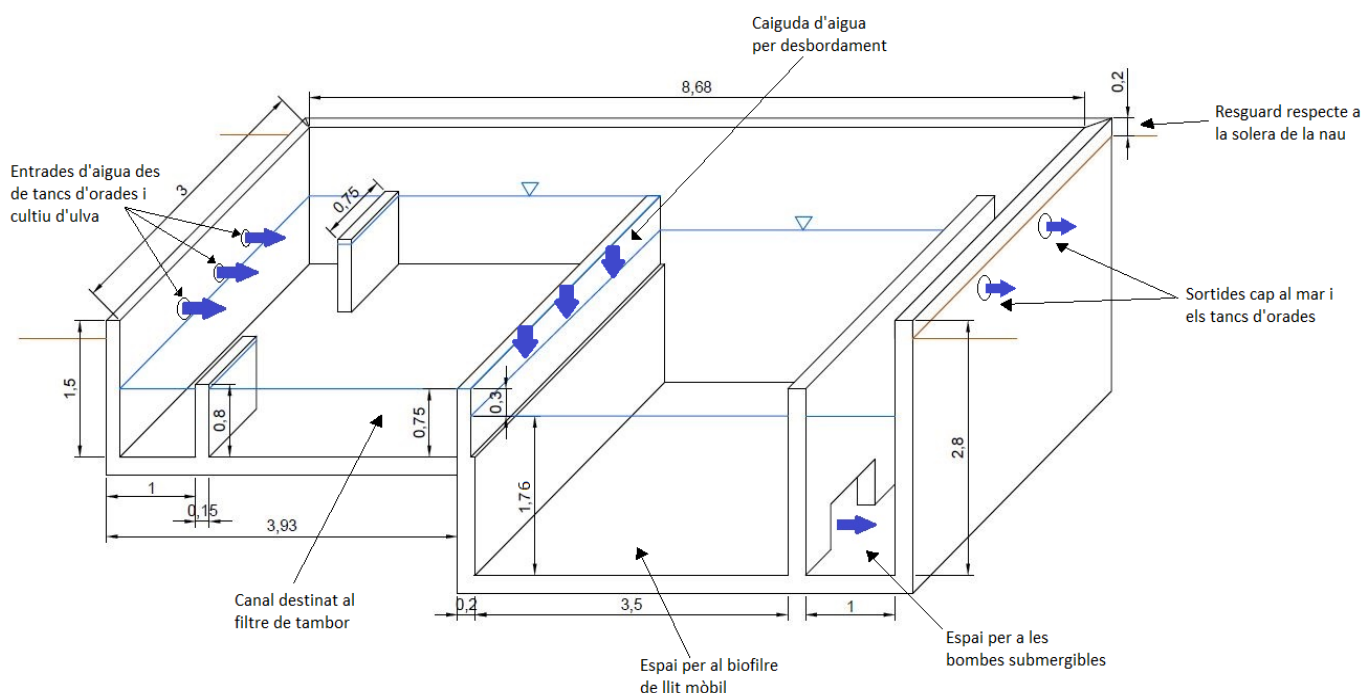


Figura 21. Il·lustració explicativa de les construccions per al filtre de tambor i el biofiltre

### **Càlculs constructius**

Per tal de pressupostar la construcció d'aquesta instal·lació, s'ha fet un càlcul amb criteris generals dels materials necessaris.

#### **- Disseny dels murs**

Suposem que la construcció es realitzarà en formigó armat, amb formigó HA-25 i acer corrugat B-500S. Projectarem murs en mènsula amb sabata, per tal d'evitar el bolcament per l'empenta del terreny en cas de que el dipòsit es trobi buit.

Per a definir l'espessor dels murs es fa servir una regla general per al dimensionament de dipòsits d'aigua, la regla diu que l'espessor dels murs ha de ser de com a mínim el 10% de l'alçada del nivell de l'aigua que contindrà. En el nostre cas l'alçada màxima al biofiltre

(en cas de produir-se una averia en alguna de les bombes d'extracció) podria arribar excepcionalment als 2,06 m d'alçada, per tant escollim un guix de 20 cm per als murs del biofiltre i la zona de captació.

En el cas de la part destinada a albergar el filtre mecànic, les pressions de l'aigua i del terreny seran molt menors. Però en aquest cas la regla del 10% resulta poc efectiva, ja que una bona part del mur queda descoberta d'aigua i no compensarà l'empenta activa del terreny, per tant es decideix definir un espessor d'aquests murs de 15.

El gruix de la sabata es decideix dimensionar en 30 cm per a la part del biofiltre, amb una puntera (part interior) d'un metre de llarg, i un taló (part exterior) de 0,5 m de llarg.

Per a la part del filtre mecànic l'espessor de la sabata serà de 20 cm, la puntera farà 60 cm i el taló 30 cm de llarg.

A més la solera que cobrirà totes les superfícies no ocupades per les sabates dels murs, es preveu de 20 cm de gruix.

#### - Disseny de l'armadura

En aquest cas, per tal de simplificar els càlculs, es decideix aplicar la mateixa armadura a tota l'estructura, partint de les condicions més desfavorables, les que es donaran al biofiltre. En un càlcul més precís es podrien aplicar armats diferents per tal d'estalviar materials.

Per al càlcul de l'armadura, s'ha seguit el mètode per fissuració, proposat a l'apartat de dipòsits del llibre "*Jimenez Montoya, Hormigón Armado*", basat en la norma EHE-08.

Es realitza el càlcul per fissures mínimes, agafant un ample de fissura màxim de 0,2 mm, ja que es tracta d'un dipòsit permanentment submergit. Suposant que l'armadura es realitzi amb barres de  $\Phi 16$  mm, les expressions per al càlcul de la separació entre barres (S) son les següents (eq. 6-8, extrems del citat llibre):

$$S = 0,1321 \cdot K^{-1,5155} \quad , \quad K = \frac{7,5 \cdot m}{(1,39 - e) \cdot e^2 \cdot 10^4} \quad (\text{Eq.6-8})$$

On:  $m$  = moment de servei (sense majorar) [ $\text{tn m m}^{-1}$ ] i  $e$  = espessor del mur [m]

Amb el moment produït per l'aigua obtenim una separació entre barres de 37,02. Aquesta separació es troba fora dels límits indicats per aquest perfil, que es situen entre 10 i 25 cm. Aquest fet probablement es deu a que el moment que s'ha de fer servir per al càlcul és el major entre el produït per l'aigua i pel terreny, però el càlcul de l'empenta del terreny implica el coneixement de dades geotècniques de les que no disposem.

Per tant, a falta de més dades i per simplificar, decidim projectar l'armat mínim per al perfil de **Φ16 mm**, amb una separació de **25 cm x 25 cm** per a les dues cares dels murs.

Per a l'armat de la sabata, es decideix aplicar un armat estàndard a dues cares (superior i inferior) amb barres de **Φ12 mm a 15 x 15 cm**.

Per a la solera, a la superfície que no quedi ocupada per la sabata, es proposa un armat a dues cares amb barres **Φ 8 mm a 15 x 15 cm** a totes les superfícies interiors.

Amb tot l'exposat anteriorment i realitzant un càlcul aproximat, obtenim les següents necessitats de materials per a tota l'estructura:

- 16,75 m<sup>3</sup> de formigó HA-25 (relació aigua / ciment màxima = 0,50)
- 416,2 m lineals de barres Φ16 mm d'acer corrugat B-500S
- 682,2 m lineals de barres Φ12 mm d'acer corrugat B-500S
- 274,8 m lineals de barres Φ8 mm d'acer corrugat B-500S

### 6.4.3. Estructures pel cultiu d'ulva

En aquest apartat es detallaran les construccions en formigó armat necessàries pel cultiu d'ulva. No s'inclou la construcció del hivernacle, que es dissenyarà i construirà per un empresa especialitzada i es pressupostarà per separat.

Les construccions seran les següents:

- 20 canals de cultiu, amb les característiques detallades al apartat 6.2.2.
- Petit dipòsit cap a on es desviarà el una part del cabal dels tancs d'engreix i des d'on s'impulsarà cap al cultiu.
- Dipòsit o canal col·lector, on es recollirà el aigua dels canals i d'on s'impulsarà el cabal cap al filtre mecànic i el biofiltre.

- **Canals de cultiu:**

Com s'ha vist al apartat 6.6.2., els canals tindran unes dimensions de 45m de llarg x 1m d'ample x 0,5m de profunditat i la secció serà semicircular, per lo que l'arc serà de 1,57m.

Com la resta d'elements, es construiran amb formigó HA-25 i acer B-500s. Com que les forces que haurà de suportar el canal seran molt baixes i la forma semicircular del canal li confereix major resistència al bolcament, es considera que amb un gruix de 10cm de formigó i amb un armat simple de 15 x 15 cm amb barres de  $\Phi 8$  mm, serà més que suficient per aguantar les tensions.

Per tant, per als 20 canals es faran servir els següents materials:

- 6,11 m<sup>3</sup> de formigó HA-25 (relació aigua / ciment màxima = 0,50)
- 18.827 m lineals de barres  $\Phi 8$  mm d'acer corrugat B-500S



- **Canal col·lector:**

A la figura 23 es pot veure un croquis acotat que mostra una part dels canals amb les connexions amb el canal col·lector. Les línies de punteig representen les construccions que quedaran per sota del nivell del sol.

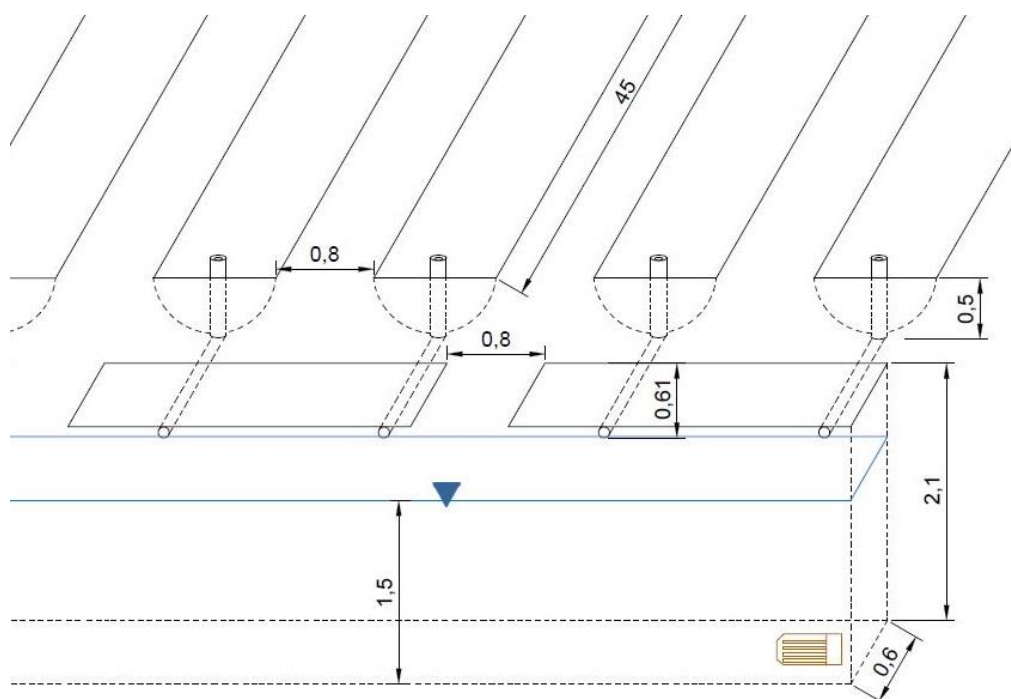


Figura 22. Croquis acotat del canal col·lector i els canals de cultiu

En aquest canal es recollirà tota l'aigua que drenin els sobreeixidors dels canals i s'instal·larà una bomba submergible que impulsarà el cabal que tornarà a la nau. El canal es situarà al mig de l'hivernacle travessant-lo de costat a costat (16,4 m), de manera que quedaran 10 canals a banda i banda. L'amplada del canal serà de 60 cm, amplada suficient per instal·lar la bomba i realitzar feines de manteniment. Quedarà separat dels

canals per un passadís de 80 cm d'ample, i es podrà creuar d'una banda a l'altra amb unes passarel·les metàl·liques o plaques de formigó prefabricat que es recalçaran als dos costats del canal. Per a l'elecció de la profunditat s'ha contat que el nivell d'aigua hauria d'arribar aproximadament a 1,5 m per evitar problemes de cavitació a les bombes. Però per garantir el bon funcionament dels drenatges el nivell d'aigua ha de quedar per sota de les sortides dels canals, que es troben 60cm per sota del nivell del sol, per tant la profunditat total del dipòsit serà de 2,1 m.

Per agilitzar els càlculs es proposa una construcció igual a la del biofiltre, amb murs de 20 cm de gruix amb sabata de 30 cm d'espessor i 40 cm d'amplada (part exterior).

L'armat també serà com el del biofiltre; per als murs, **barres de  $\Phi 16$  mm a 25cm x 25cm a dues cares**, i per a la sabata **barres de  $\Phi 12$  mm a 15cm x 15cm a dues cares**.

Així el total dels materials per aquesta construcció són els següents:

- 23 m<sup>3</sup> de formigó HA-25 (relació aigua / ciment màxima = 0,50)
- 1135,6 m lineals de barres  $\Phi 16$  mm d'acer corrugat B-500S
- 380 m lineals de barres  $\Phi 12$ mm d'acer corrugat B-500S

#### - Dipòsit de captació:

Aquest dipòsit estarà soterrat a l'espai entre la nau i l'hivernacle, i recollirà una part del cabal dels tancs de 20 m<sup>3</sup> abans de que aquest arribi al filtre mecànic. El dipòsit tindrà la funció d'acumular aigua per impulsar-la cap al cultiu, ja que la distribució per gravetat de manera uniforme es massa complicada degut a que la parcel·la es totalment plana.

Com que la demanda de cabal per al cultiu d'ulva és variable, a l'entrada del dipòsit hi haurà una vàlvula amb una bolla per evitar que el dipòsit s'ompli en excés o es quedi buit.

A la figura 24 es pot veure un croquis acotat amb el disseny general del dipòsit. Tindrà forma quadrada i farà 1,5m de llarg x 1,5m d'ample x 1,85 m d'alt. L'alçada de l'aigua arribarà just per sota de l'entrada del cabal, ja que aquest arribarà per gravetat.

La construcció es realitzarà com en els casos anteriors, però en aquest cas el gruix dels murs serà de 15 cm ( 10% de l'alçada de l'aigua), i la sabata tindrà un gruix de 20 cm,

sobreeixint 30 cm l'exterior i ocupant tot l'interior (ja que és un dipòsit petit i d'aquesta manera es simplifica la construcció). L'armat es realitzarà igual que en el cas anterior, per als murs, barres de **Φ16 mm a 25cm x 25cm a dues cares**; i per a la sabata barres de **Φ12 mm a 15cm x 15cm a dues cares**.

De manera que s'empraran els següents materials:

- 2,26 m<sup>3</sup> de formigó HA-25 (relació aigua / ciment màxima = 0,50)
- 177,5 m lineals de barres Φ16 mm d'acer corrugat B-500S
- 86,4 m lineals de barres Φ12mm d'acer corrugat B-500S

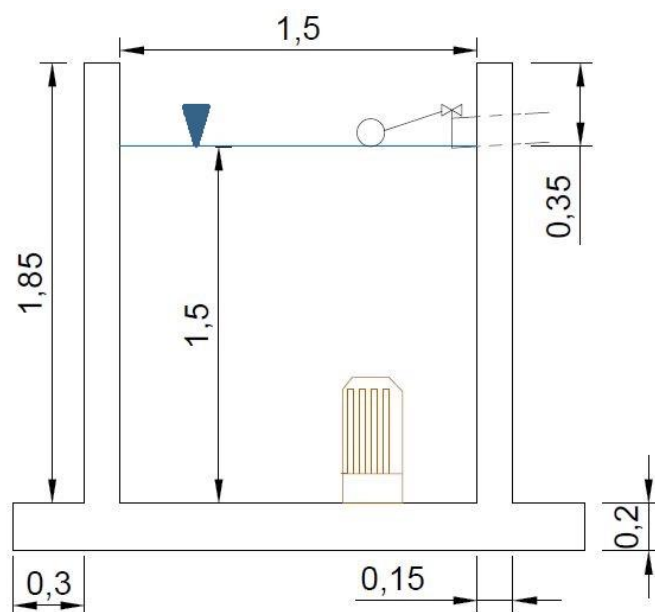


Figura 23. Croquis acotat del dipòsit de captació per al cultiu d'ulva

#### 6.4.4. Bassa de decantació i cultiu d'*Anemonia viridis*

Com s'ha exposat amb anterioritat, el filtre mecànic extraurà pràcticament la totalitat de les partícules en suspensió amb l'impuls d'un petit cabal. Aquests residus seran transferits en forma de fangs cap a una bassa de decantació on les partícules sedimentaran en el fons i l'aigua neta tornarà al circuit principal. En aquesta mateixa bassa es desenvoluparà el cultiu de les Anemones, ja que són animals detritívors.

Per al dimensionament d'aquesta instal·lació s'han seguit les recomanacions del llibre de Lekang O.I. "*Aquaculture engineering*".

En el disseny de la bassa influeixen dos factors clau, la velocitat de sedimentació ( $V_s$ ) de les partícules, que per a partícules de mida petita (0,1 - 1mm) es pot conèixer amb la llei de Stokes (eq. 6-9 ); i el cabal que arribarà a la bassa. Com que el cabal que tindrem en el nostre cas és molt petit (gràcies a la retirada de sòlids del *dual-drain*), la superfície que obtindrem serà molt petita. Amb la qual cosa podem dimensionar per tal de decantar les partícules més petites (0,1 mm) i amb la densitat més baixa (1050 kg m<sup>3</sup>) sense haver d'ocupar un espai molt gran.

$$V_s = \frac{g \cdot (\rho_p - \rho_a) \cdot d_p^2}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \cdot (1050 - 1025) \cdot 0,0001^2}{18 \cdot 0,001} = 0,00013625 \text{ m s}^{-1}$$

(Eq.6-9)

On:

$V_s$  = velocitat de sedimentació [m s<sup>-1</sup>]

$g$  = acceleració de la gravetat [m / s<sup>2</sup>]

$\rho_p$  = densitat de les partícules [kg m<sup>-3</sup>]

$\rho_a$  = densitat de l'aigua [kg m<sup>-3</sup>]

$d_p$  = diàmetre partícules [m]

$\mu$  = viscositat dinàmica de l'aigua [ kg m<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>]

Per tal de determinar l'àrea necessària per a que les partícules es puguin sedimentar, es fa servir la relació de càrrega superficial (eq.6-10):

$$V_s > \frac{Q}{A} \rightarrow A > \frac{Q}{V_s}$$

(Eq.6-10)

On:

$V_s$  = velocitat de sedimentació [ $m s^{-1}$ ]

$Q$  = cabal de la bassa [ $m^3 h$ ]

$A$  = Àrea de la bassa [ $m^2$ ]

Recordem que el cabal d'aigua d'esbandida del filtre mecànic que ens donava el fabricant era de  $0,6 l s^{-1}$ , que sumat al volum de fangs que ha de recollir, farà un cabal de fangs de  $0,678 l s^{-1}$  ( $2,44 m^3 h^{-1}$ ). Aplicant la relació obtenim (eq.6-11):

$$A > \frac{2,44 m^3 h^{-1}}{0,4905 m h^{-1}} \rightarrow A > 4,97 m^2$$

(Eq.6-11)

Així doncs, per a que totes les partícules es sedimentin, caldrà un mínim de  $4,97 m^2$ . Però per criteri propi i per evitar haver de netejar la bassa contínuament i per poder allotjar el cultiu d'anemones, es decideix dimensionar en  $10 m^2$ .

Seguint les recomanacions del citat llibre, per funcionar de manera eficient, el tanc hauria de tindre una fondària mínima d'un metre i una proporció ample/llarg d'entre 1:4 i 1:8.

De manera que les dimensions escollides per la bassa seran de:

**1,3 m d'ample x 7,7 m de llarg x 1,1 m d'alt (proporció 1:6)**

En la part final de la bassa, l'aigua depassarà la paret d'un metre d'alt i es canalitzarà en una canonada soterrada fins a tornar al canal del filtre mecànic (part posterior).

A més, per poder netejar la basa en cas que fos necessari i sense aixecar sediments que puguin contaminar el flux d'aigua neta, s'hauran de construir dues bases iguals contigües. De manera que quan una s'estigui netejant o s'estiguin collint anemones, l'altra podrà seguir funcionant.

### **Construcció**

Al igual que en apartats anteriors per tal de pressupostar de manera aproximada aquesta instal·lació, s'han dimensionat els murs de les basses i l'armadura en base a criteris generals. Per tal d'assegurar una construcció el més segura i eficient possible s'hauran d'efectuar càlculs estructurals acurats a nivell de projecte.

Es construirà amb formigó HA-25 i acer corrugat B-500S. Els murs seran de 0,1 m de gruix amb una sola armadura, aquest gruix compleix amb la norma generalista de que l'espessor del mur ha de suposar una dècima part de l'alçada per a dipòsits d'aigua. Per a la base el gruix serà el doble que el del mur, 20cm.

La bassa estarà enterrada sota el nivell del sòl, sobresortint només 20 cm, alçada a la que arribarà el cabal dels fangs. Tot i que les forces d'empenta es veuran generalment compensades, si una bassa es troba buida, les forces de bolcament s'han de tindre en compte. Per tant, es construiran murs en mènula amb puntera i taló; els quals, segons proporcions generals per a dipòsits soterrats, faran 15 i 40 cm respectivament. Les dimensions dels murs es recullen en el següent croquis (figura 25):

Per al càlcul de l'armadura mínima, es seguirà un cop més el mètode de Jiménez

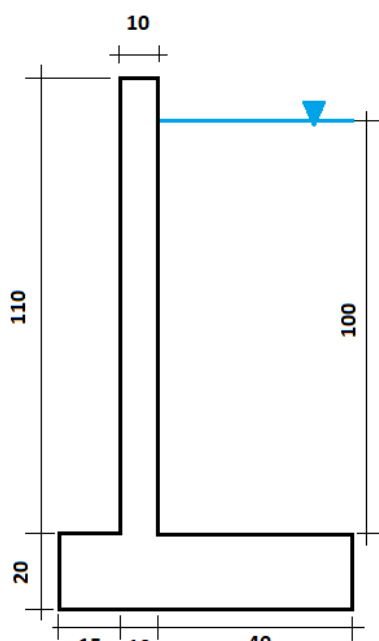


Figura 24. Croquis dels murs de la bassa (cotes en cm)

Montoya i es prendrà una fissura mínima de 0,1 mm al tractar-se d'un dipòsit l'aire lliure i que podria ser buidat ocasionalment.

D'aquesta manera, per als murs decidim projectar una armadura vertical i horitzontal amb barres de **Φ20 mm a 10 x 10 cm**. Per a la sabata, com que té un gruix superior, es faran servir barres de **Φ16 mm a 17 x 17 cm** a la part superior i inferior.

Per la superfície central que no quedi ocupada per la sabata, es preveu una solera de 15 cm de gruix amb un armat amb barres de **Φ 8 mm a 15 x 15 cm**.

Amb tot l'exposat, els materials necessaris (aproximadament) per a la construcció de les basses seran els següents:

- 7,6 m<sup>3</sup> de formigó HA-25
- 736 m lineals de barres Φ20 mm d'acer corrugat B-500S
- 466 m lineals de barres Φ16 mm d'acer corrugat B-500S
- 71 m lineals de barres Φ8 mm d'acer corrugat B-500S

## 7. Pressupost

S'ha decidit realitzar un pressupost general amb preus aproximats per a les obres i equipaments detallats en aquesta memòria. Aquest, no inclou pressupostos parcials ni apartat d'amidaments, ja que en aquest avantprojecte no s'han concretat suficients detalls constructius per realitzar un pressupost d'aquestes característiques. Tampoc s'inclouen partides de seguretat i salut o pressupost de funcionament de l'activitat, ja que es consideren costos que s'haurien de definir i avaluar a escala de projecte.

El pressupost que s'inclou en aquest capítol de la memòria, és un resum general per partides, un altre més detallat es troba a l'annex IV.

### **Adquisició i condicionament de la parcel·la:**

Compra del terreny.....	28.418,10 €
Moviments de terra.....	7.859,18 €
Condicionament de la parcel·la.....	16.266,30 €

### **Construccions:**

Construcció nau industrial.....	778.180 €
Construcció hivernacle.....	26.350,46 €
Altres elements.....	37.348,38 €

### **Instal·lacions i maquinària:**

Canalitzacions.....	14.551,7 €
Equipaments hidràulics.....	123.498,52 €
Instal·lació elèctrica.....	23.715,64 €
Altres equipaments.....	64.134,47 €



TOTAL EXECUCIÓ DE MATERIALS.....	1.120.322,76 €
Despeses generals (13%).....	145.641,95 €
Benefici industrial (6%).....	67.219,36 €
 TOTAL EXECUCIÓ PER CONTRATA.....	 1.333.184,08 €
IVA 21%.....	279.968,65 €
 <b>TOTAL PRESSUPOST GENERAL.....</b>	 <b>1.613.152,74 €</b>

El pressupost total del present avantprojecte ascendeix a:

UN MILIÓ SIS-CENTS TRETZE MIL CENT CINQUANTA-DOS EUROS AMB SETANTA-  
QUATRE CÈNTIMS

Tarragona, febrer de 2020

Firmat: Lucas Orihuel Sánchez

## 8. Bibliografia

Bibliografia citada en la memòria en ordre d'aparició:

1. FAO, (2018) *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.*
2. APROMAR, (2019) *Informe: La acuicultura en España*, Asociación empresarial de acuicultura espanyola
3. CALDERER A., (2001) *Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada (Sparus aurata L.)*, Tesis doctoral Universitat de Barcelona
4. SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA. *Normals climàtiques Alcanar (període de referència 2007-2016)*. Servei Meteorològic de Catalunya / Versió 1.0 / 30.11.2017
5. IDESCAT, Institut Estadístic de Catalunya. *Anuari estadístic de Catalunya, temperatura mitjana aigua de mar a diferents profunditats 2017*. [<https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=218&lang=es&t=2017> , 12/11/2019]
6. CABI, *Invasive Species Compendium, Ulva ohnoi*. CAB International 2019 [<https://www.cabi.org/isc/datasheet/109162#toclimate> , 12/11/2019]
7. BEER S., ISRAEL A., (1986) *Photosynthesis of Ulva sp.: O<sub>2</sub> effects, carboxylase activities, and the CO<sub>2</sub> incorporation pattern*. Plant Physiol 81: 937-938

8. DEL RIO M.J., RAMAZANOV Z., GARCIA-REINA G., (1995) *Effect of nitrogen supply on photosynthesis and carbonic anhydrase activity in the green seaweed Ulva rígida (Chlorophyta)*. Mar Biol. 123: 687-691
9. RICCARDI N., SOLIDORO C., (1996) *The influence of environmental variables on Ulva rigida C. Ag. growth and production*. Bot Mar 39: 27-32
10. LARTIGUE J., NEILL A., HAYDEN B.L., PULFER J., CEBRIAN J., (2003) *The impact of salinity fluctuations on net oxygen production and inorganic nitrogen uptake by Ulva lactuca (Chlorophyceae)*. Aqua Bot 75: 339-350
11. WINBERG G.G. (1956) *Rate of metabolism and food requirements of fishes*. Belorussian State University, Minsk, 194: 251
12. BREGNBALLE J., (2015) *A Guide to Recirculation Aquaculture*, FAO and EUROFISH, p. 22
13. SOMERVILLE C., COHEN M., PANTANELLA E., STANKUS A., LOVATELLI A., (2014) *Small-scale aquaponic food production*, FAO Fisheries And Aquaculture Technical Paper, 589:22
14. LAWSON B., (1994) *Fundamentals of Aquacultural Engineering* , Springer Science & Business Media, p.217
15. GUJER W., HOLLER M., (1986) *Design of a nitrifying tertiary trickling filter based on theoretical concepts*. Wat. Res., 20:1353-1362
16. ZEHR J.P., KUDELA R.M., (2011) *Nitrogen cycle of the open ocean: From genes to ecosystems*. Annual Review of Marine Science, 3: 197–225
17. FERRER J. , (2016) *Composició de l'alga Ulva ohnoi: efectes de les condicions de cultiu* , Treball Final de Grau, Universitat Politècnica de Catalunya, p. 52

18. MARTINEZ P.M., (2014) *Evaluación del peso medio y del crecimiento de dorada y lubina en jaulas marinas mediante Biometrías y VICASS*, Trabajo Final de Master, Universitat Politècnica de València, p. 33
19. CHO C.Y., BUREAU D., (1998) *Developement of bioenergètica models and Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture*, Aquat. Living Resour., 11(4):199-210
20. LUPATSCH Y., KISSIL G.W., (1998) *Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach*. Aquat. Living Resour., 11(4): 265-268
21. MASALÓ I., GUADAYOL O., PETERS F., OCA J., (2008) *Analysis of sedimentation and resuspension processes of aquaculture biosolids using an oscillating grid*. Aqua Eng. ,38 (2):135-144.
22. PALSTRA A.P., PLANAS J.V., (2011) *Fish under exercise*. Fish Physiology and Biochemistry, 37:259–272.
23. TIMMONS M.B., GUERDAT T., VINCI B.J., (2007) *Recirculating aquaculture*, Cayuga Aqua Ventures, LLC, p.174
24. WATTEN B.J., HONEYFIELD D.C., SCHWARTZ M.F., (2000) *Hydraulic characteristics of rectangular mixed-cell rearing unit*. Aquacultural Engineering, 24:59-73.
25. LEKANG O.I.,(2007), *Aquaculture Engineering*. Blackwell Publishing, p. 52-53

## DOCUMENT 2: ANNEXOS

### Índex

ANNEX I: Planificació de la producció.....	109
ANNEX II: Alimentació.....	128
ANNEX III: Càlculs hidràulics.....	135
ANNEX IV: Pressupost.....	142

## **ANNEX I: PLANIFICACIÓ DE LA PRODUCCIÓ**

**CÀLCUL I DISSENY DELS LOTS**

CTC	Pes in. (g)	Superv. (90%)	Pes final (g)	Producció anual (tn)	nº lots	tm/ lot
0,00183	4	90	442,3	50	12	4,17

nº peixos inicial	10467
T efectiva (°C)	12

LOT Nº 1													
Mesos	Dies	Tª MEDIA °C	S Tª Ef °C	PES (Pf) (g)	SUPERVIV. (%)	Nº Peixos	BIOMASA (Kg)	Densitat (Kg/m3)	Vol. teòric tanc (m3)	Volum (m3)	Nº Tancs teòric	Nº Tancs	Densitat real
Gen	31	18	186	7,2	94	9839,1	70,5	20	3,5	5	0,7	1	14,1
Feb	28	18	168	11,2	92	9629,8	107,6	20	5,4	5	1,1	1	21,5
Mar	31	19	217	18,3	91	9525,1	173,9	20	8,7	5	1,7	2	17,4
Abr	30	20	240	29,0	90	9420,5	273,4	40	6,8	5	1,4	2	27,3
Mai	31	21	279	46,0	90	9420,5	433,7	40	10,8	10	1,1	2	21,7
Jun	30	23	330	73,5	90	9420,5	692,2	40	17,3	10	1,7	2	34,6
Jul	31	25	403	119,6	90	9420,5	1126,5	40	28,2	10	2,8	3	37,6
Ag	31	25	403	181,8	90	9420,5	1712,5	45	38,1	20	1,9	3	28,5
Set	30	24	360	253,0	90	9420,5	2382,9	45	53,0	20	2,6	3	39,7
Oct	31	23	341	335,5	90	9420,5	3161,0	45	70,2	20	3,5	4	39,5
Nov	30	18	180	385,6	90	9420,5	3632,6	45	80,7	20	4,0	4	45,4
Dec	31	18	186	442,3	90	9420,5	4167,0	45	92,6	20	4,6	4	52,1
LOT Nº 2													
Feb	28	18	168	6,8	94	9839,1	67,0	20	3,3	5	0,7	1	13,4
Mar	31	19	217	12,1	92	9629,8	116,0	20	5,8	5	1,2	1	23,2
Abr	30	20	240	20,4	91	9525,1	194,3	20	9,7	5	1,9	2	19,4
Mai	31	21	279	34,1	90	9420,5	321,4	40	8,0	5	1,6	2	32,1
Jun	30	23	330	57,0	90	9420,5	536,7	40	13,4	10	1,3	2	26,8
Jul	31	25	403	96,4	90	9420,5	908,6	40	22,7	10	2,3	2	45,4
Ag	31	25	403	150,9	90	9420,5	1421,8	40	35,5	20	1,8	2	35,5
Set	30	24	360	214,2	90	9420,5	2018,2	45	44,8	20	2,2	3	33,6
Oct	31	23	341	288,6	90	9420,5	2718,5	45	60,4	20	3,0	3	45,3
Nov	30	18	180	334,0	90	9420,5	3146,0	45	69,9	20	3,5	4	39,3
Dec	31	18	186	385,6	90	9420,5	3632,6	45	80,7	20	4,0	4	45,4
Gen	31	18	186	442,3	90	9420,5	4167,0	45	92,6	20	4,6	4	52,1

Mesos	Dies	Tª MEDIA °C	S Tª Ef °C	PES (Pf) (g)	SUPERVIV. (%)	Nº Peixos	BIOMASA (Kg)	Densitat (Kg/m3)	Vol. teòric tanc (m3)	Volum (m3)	Nº Tancs teòric	Nº Tancs	Densitat real
<b>LOT Nº 3</b>													
Mar	31	19	217	7,8	94	9839,1	76,9	20	3,8	5	0,8	1	15,4
Abr	30	20	240	14,3	92	9629,8	137,2	20	6,9	5	1,4	2	13,7
Mai	31	21	279	25,3	91	9525,1	241,0	20	12,0	5	2,4	2	24,1
Jun	30	23	330	44,4	90	9420,5	417,9	40	10,4	5	2,1	2	41,8
Jul	31	25	403	78,3	90	9420,5	737,7	40	18,4	10	1,8	2	36,9
Ag	31	25	403	126,2	90	9420,5	1189,2	40	29,7	10	3,0	3	39,6
Set	30	24	360	182,8	90	9420,5	1722,5	40	43,1	10	4,3	4	43,1
Oct	31	23	341	250,1	90	9420,5	2356,1	45	52,4	20	2,6	3	39,3
Nov	30	18	180	291,5	90	9420,5	2745,7	45	61,0	20	3,1	3	45,8
Dec	31	18	186	338,7	90	9420,5	3191,1	45	70,9	20	3,5	4	39,9
Gen	31	18	186	390,9	90	9420,5	3682,2	45	81,8	20	4,1	4	46,0
Feb	28	18	168	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 4</b>													
Abr	30	20	240	8,3	94	9839,1	81,9	20	4,1	5	0,8	1	16,4
Mai	31	21	279	16,3	92	9629,8	157,4	20	7,9	5	1,6	2	15,7
Jun	30	23	330	31,0	91	9525,1	295,6	20	14,8	5	3,0	2	29,6
Jul	31	25	403	58,4	90	9420,5	550,6	40	13,8	10	1,4	2	27,5
Ag	31	25	403	98,5	90	9420,5	928,3	40	23,2	10	2,3	2	46,4
Set	30	24	360	147,1	90	9420,5	1385,4	40	34,6	20	1,7	2	34,6
Oct	31	23	341	205,7	90	9420,5	1937,7	40	48,4	20	2,4	2	48,4
Nov	30	18	180	242,1	90	9420,5	2280,9	45	50,7	20	2,5	3	38,0
Dec	31	18	186	284,0	90	9420,5	2675,7	45	59,5	20	3,0	3	44,6
Gen	31	18	186	330,5	90	9420,5	3113,7	45	69,2	20	3,5	4	38,9
Feb	28	18	168	376,7	90	9420,5	3548,3	45	78,9	20	3,9	4	44,4
Mar	31	19	217	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 5</b>													
Mai	31	21	279	9,2	94	9839,1	90,9	20	4,5	5	0,9	1	18,2
Jun	30	23	330	19,7	92	9629,8	190,2	20	9,5	5	1,9	2	19,0
Jul	31	25	403	40,7	91	9525,1	388,1	40	9,7	5	1,9	2	38,8
Ag	31	25	403	73,0	90	9420,5	687,7	40	17,2	10	1,7	2	34,4
Set	30	24	360	113,3	90	9420,5	1067,3	40	26,7	10	2,7	3	35,6
Oct	31	23	341	163,1	90	9420,5	1536,2	40	38,4	20	1,9	2	38,4
Nov	30	18	180	194,4	90	9420,5	1831,5	45	40,7	20	2,0	2	45,8
Dec	31	18	186	230,8	90	9420,5	2174,0	45	48,3	20	2,4	3	36,2
Gen	31	18	186	271,4	90	9420,5	2556,8	45	56,8	20	2,8	3	42,6
Feb	28	18	168	312,0	90	9420,5	2938,9	45	65,3	20	3,3	3	49,0
Mar	31	19	217	370,1	90	9420,5	3486,5	45	77,5	20	3,9	4	43,6
Abr	30	20	240	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1



Mesos	Dies	Tª MEDIA °C	S Tª Ef °C	PES (Pf) (g)	SUPERVIV. (%)	Nº Peixos	BIOMASA (Kg)	Densitat (Kg/m3)	Vol. teòric tanc (m3)	Volum (m3)	Nº Tancs teòric	Nº Tancs	Densitat real
<b>LOT Nº 6</b>													
Jun	30	23	330	10,5	94	9839,1	103,6	20	5,2	5	1,0	1	20,7
Jul	31	25	403	25,2	92	9629,8	242,2	25	9,7	5	1,9	2	24,2
Ag	31	25	403	49,4	91	9525,1	470,2	40	11,8	10	1,2	2	23,5
Set	30	24	360	81,1	90	9420,5	763,6	40	19,1	10	1,9	2	38,2
Oct	31	23	341	121,5	90	9420,5	1144,2	40	28,6	10	2,9	3	38,1
Nov	30	18	180	147,4	90	9420,5	1388,3	40	34,7	20	1,7	2	34,7
Dec	31	18	186	177,8	90	9420,5	1674,6	45	37,2	20	1,9	2	41,9
Gen	31	18	186	212,1	90	9420,5	1997,8	45	44,4	20	2,2	3	33,3
Feb	28	18	168	246,6	90	9420,5	2323,4	45	51,6	20	2,6	3	38,7
Mar	31	19	217	296,6	90	9420,5	2793,7	45	62,1	20	3,1	3	46,6
Abr	30	20	240	359,2	90	9420,5	3383,5	45	75,2	20	3,8	4	42,3
Mai	31	21	279	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 7</b>													
Jul	31	25	403	12,6	94	9839,1	123,8	20	6,2	5	1,2	1	24,8
Ag	31	25	403	28,8	92	9629,8	276,9	30	9,2	5	1,8	2	27,7
Set	30	24	360	51,6	91	9525,1	491,6	40	12,3	10	1,2	2	24,6
Oct	31	23	341	82,2	90	9420,5	774,3	40	19,4	10	1,9	2	38,7
Nov	30	18	180	102,3	90	9420,5	964,1	40	24,1	10	2,4	3	32,1
Dec	31	18	186	126,4	90	9420,5	1190,5	40	29,8	10	3,0	3	39,7
Gen	31	18	186	153,9	90	9420,5	1449,8	40	36,2	20	1,8	2	36,2
Feb	28	18	168	182,0	90	9420,5	1714,2	45	38,1	20	1,9	2	42,9
Mar	31	19	217	223,0	90	9420,5	2100,8	45	46,7	20	2,3	3	35,0
Abr	30	20	240	275,1	90	9420,5	2591,6	45	57,6	20	2,9	3	43,2
Mai	31	21	279	345,2	90	9420,5	3251,8	45	72,3	20	3,6	4	40,6
Jun	30	23	330	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 8</b>													
Ag	31	25	403	12,6	94	9839,1	123,8	20	6,2	5	1,2	1	24,8
Set	30	24	360	26,6	92	9629,8	256,1	20	12,8	5	2,6	2	25,6
Oct	31	23	341	47,0	91	9525,1	448,0	40	11,2	10	1,1	2	22,4
Nov	30	18	180	61,1	90	9420,5	575,9	40	14,4	10	1,4	2	28,8
Dec	31	18	186	78,4	90	9420,5	738,6	40	18,5	10	1,8	2	36,9
Gen	31	18	186	98,7	90	9420,5	929,4	40	23,2	10	2,3	3	31,0
Feb	28	18	168	119,7	90	9420,5	1127,8	40	28,2	10	2,8	3	37,6
Mar	31	19	217	151,1	90	9420,5	1423,2	40	35,6	20	1,8	2	35,6
Abr	30	20	240	191,7	90	9420,5	1805,5	45	40,1	20	2,0	2	45,1
Mai	31	21	279	247,3	90	9420,5	2329,5	45	51,8	20	2,6	3	38,8
Jun	30	23	330	325,8	90	9420,5	3069,4	45	68,2	20	3,4	4	38,4
Jul	31	25	403	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1

Mesos	Dies	Tª MEDIA ºC	S Tª Ef ºC	PES (Pf) (g)	SUPERVIV. (%)	Nº Peixos	BIOMASA (Kg)	Densitat (Kg/m3)	Vol. teòric tanc (m3)	Volum (m3)	Nº Tancs teòric	Nº Tancs	Densitat real
<b>LOT Nº 9</b>													
Set	30	24	360	11,3	94	9839,1	111,6	20	5,6	5	1,1	1	22,3
Oct	31	23	341	23,7	92	9629,8	228,0	20	11,4	5	2,3	2	22,8
Nov	30	18	180	32,8	91	9525,1	312,5	40	7,8	5	1,6	2	31,2
Dec	31	18	186	44,4	90	9420,5	418,6	40	10,5	5	2,1	2	41,9
Gen	31	18	186	58,5	90	9420,5	551,4	40	13,8	10	1,4	2	27,6
Feb	28	18	168	73,6	90	9420,5	693,1	40	17,3	10	1,7	2	34,7
Mar	31	19	217	96,6	90	9420,5	909,7	40	22,7	10	2,3	2	45,5
Abr	30	20	240	127,1	90	9420,5	1197,0	40	29,9	10	3,0	3	39,9
Mai	31	21	279	169,9	90	9420,5	1600,4	40	40,0	20	2,0	2	40,0
Jun	30	23	330	231,8	90	9420,5	2183,7	45	48,5	20	2,4	3	36,4
Jul	31	25	403	325,8	90	9420,5	3069,4	45	68,2	20	3,4	3	51,2
Ag	31	25	403	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 10</b>													
Oct	31	23	341	10,8	94	9839,1	106,5	20	5,3	5	1,1	1	21,3
Nov	30	18	180	16,4	92	9629,8	158,1	20	7,9	5	1,6	2	15,8
Dec	31	18	186	23,9	91	9525,1	228,1	20	11,4	5	2,3	2	22,8
Gen	31	18	186	33,5	90	9420,5	315,4	40	7,9	5	1,6	2	31,5
Feb	28	18	168	44,0	90	9420,5	414,7	40	10,4	5	2,1	2	41,5
Mar	31	19	217	60,6	90	9420,5	571,1	40	14,3	10	1,4	2	28,6
Abr	30	20	240	83,3	90	9420,5	785,1	40	19,6	10	2,0	2	39,3
Mai	31	21	279	116,1	90	9420,5	1094,1	40	27,4	10	2,7	3	36,5
Jun	30	23	330	164,9	90	9420,5	1553,3	40	38,8	20	1,9	2	38,8
Jul	31	25	403	240,8	90	9420,5	2268,8	45	50,4	20	2,5	3	37,8
Ag	31	25	403	337,1	90	9420,5	3176,0	45	70,6	20	3,5	3	52,9
Set	30	24	360	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1
<b>LOT Nº 11</b>													
Nov	30	18	180	7,0	94	9839,1	69,3	20	3,5	5	0,7	1	13,9
Dec	31	18	186	11,5	92	9629,8	110,8	20	5,5	5	1,1	1	22,2
Gen	31	18	186	17,5	91	9525,1	167,1	20	8,4	5	1,7	2	16,7
Feb	28	18	168	24,5	90	9420,5	231,2	20	11,6	5	2,3	2	23,1
Mar	31	19	217	36,1	90	9420,5	339,7	40	8,5	5	1,7	2	34,0
Abr	30	20	240	52,5	90	9420,5	494,1	40	12,4	10	1,2	2	24,7
Mai	31	21	279	77,0	90	9420,5	725,4	40	18,1	10	1,8	2	36,3
Jun	30	23	330	114,7	90	9420,5	1080,6	40	27,0	10	2,7	3	36,0
Jul	31	25	403	175,3	90	9420,5	1651,8	40	41,3	20	2,1	2	41,3
Ag	31	25	403	254,3	90	9420,5	2395,4	45	53,2	20	2,7	3	39,9
Set	30	24	360	342,2	90	9420,5	3223,9	45	71,6	20	3,6	3	53,7
Oct	31	23	341	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1

Mesos	Dies	Tª MEDIA ºC	S Tª Ef ºC	PES (Pf) (g)	SUPERVIV. (%)	Nº Peixos	BIOMASA (Kg)	Densitat (Kg/m3)	Vol. teòric tanc (m3)	Volum (m3)	Nº Tancs teòric	Nº Tancs	Densitat real
<b>LOT Nº 12</b>													
Dec	31	18	186	7,2	94	9839,1	70,5	20	3,5	5	0,7	1	14,1
Gen	31	18	186	11,7	92	9629,8	112,5	20	5,6	5	1,1	1	22,5
Feb	28	18	168	17,1	91	9525,1	162,9	20	8,1	5	1,6	2	16,3
Mar	31	19	217	26,3	90	9420,5	247,8	40	6,2	5	1,2	2	24,8
Abr	30	20	240	39,8	90	9420,5	374,7	40	9,4	5	1,9	2	37,5
Mai	31	21	279	60,5	90	9420,5	569,5	40	14,2	10	1,4	2	28,5
Jun	30	23	330	92,9	90	9420,5	875,2	40	21,9	10	2,2	2	43,8
Jul	31	25	403	146,1	90	9420,5	1376,7	40	34,4	20	1,7	2	34,4
Ag	31	25	403	216,6	90	9420,5	2040,5	40	51,0	20	2,6	3	34,0
Set	30	24	360	296,1	90	9420,5	2789,1	45	62,0	20	3,1	3	46,5
Oct	31	23	341	387,4	90	9420,5	3649,1	45	81,1	20	4,1	4	45,6
Nov	30	18	180	442,3	90	9420,5	<b>4167,0</b>	45	92,6	20	4,6	4	52,1

**OCUPACIÓ DELS TANCs**

		1er ANY											
	Mesos	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dec
	Lots												
Vol. Tanc (m3)		5	5	5	5	10	10	10	20	20	20	20	20
Nº de tancs en us	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4
	2		5	5	5	5	10	10	20	20	20	20	20
			1	1	2	2	2	2	2	3	3	4	4
	3			5	5	5	5	10	10	10	20	20	20
				1	1	2	2	2	3	4	3	3	4
	4				5	5	5	10	10	20	20	20	20
					1	2	2	2	2	2	2	3	3
	5					5	5	5	10	10	20	20	20
						1	2	2	2	3	2	2	3
	6						5	5	10	10	10	20	20
							1	2	2	2	3	2	2
	7							5	5	10	10	10	10
								1	2	2	2	3	3
	8								5	5	10	10	10
									1	2	2	2	2
	9									5	5	5	5
										1	2	2	2
	10										5	5	5
											1	2	2
	11											5	5
												1	1
	12												5
													1
Tanc (m3)		Nº de tanc ocupats											
5		1	2	4	6	7	5	5	3	3	3	5	4
10						2	6	9	7	11	9	7	7
20									5	8	12	16	20
Total		1	2	4	6	9	11	14	15	22	24	28	31
Total m3:		5	10	20	30	55	85	115	185	285	345	415	490

		2on ANY											
Mesos		Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Dec
Vol. Tanc (m3)	Lots												
Nº tancs en us	1	20 4											
	2	20 4	20 4										
	3	20 4	20 4	20 4									
	4	20 3	20 3	20 4	20 4								
	5	20 3	20 3	20 3	20 4	20 4							
	6	20 2	20 2	20 3	20 3	20 4	20 4						
	7	10 3	10 3	20 2	20 2	20 3	20 4	20 4					
	8	10 2	10 2	10 2	10 3	20 2	20 3	20 3	20 4				
	9	5 2	5 2	10 2	10 2	10 3	20 2	20 3	20 3	20 4			
	10	5 2	5 2	5 2	10 2	10 2	10 3	20 2	20 3	20 3	20 4		
	11	5 1	5 2	5 2	5 2	10 2	10 2	20 2	20 3	20 3	20 4	20 4	
	12	5 1	5 1	5 2	5 2	10 2	10 2	10 3	20 3	20 3	20 4	20 4	20 4
	13		5 1	5 1	5 2	5 2	10 2	10 2	20 2	20 3	20 3	20 4	20 4
	14			5 1	5 1	5 2	5 2	10 2	10 3	10 4	20 3	20 3	20 4
	15				5 1	5 2	5 2	10 2	10 2	20 2	20 2	20 3	20 3
	16					5 1	5 2	5 2	10 2	10 3	20 2	20 2	20 3
	17						5 1	5 2	10 2	10 2	10 3	20 2	20 2
	18							5 1	5 2	10 2	10 2	10 3	10 3
	19								5 1	5 2	10 2	10 2	10 2
	20									5 1	5 2	5 2	5 2
	21										5 1	5 2	5 2
	22											5 1	5 1
	23												5 1
	24												5 1

Tanc (m3)	Nº de tancs ocupats												Nº Max
5	6	8	8	8	7	5	5	3	3	3	5	4	8
10	5	5	4	7	9	11	9	9	11	9	7	7	11
20	20	16	16	13	13	13	17	18	18	20	20	20	20
Total	31	29	28	28	29	29	31	30	32	32	32	31	39 tancs
Total m3:	480	410	400	370	385	395	455	465	485	505	495	490	550 m3

## PRODUCCIÓ D'ULVA

	Dia	SD	Eo	μNET	BP	Collita	Cosecha	Biomasa	Absorc. N	Absorc. P
		(g ms/m2)	(μmol/m2/s)		(gdw/m2dia)	(gms/m2)	(Kg ms)	(kg ms)	(kg N/dia)	(kg P/dia)
GENER	1	130	397	0,21	27,5	35	32	117,0	0,88	
	2	157,54	397	0,18	28,0			141,8	0,95	0,08
	3	185,55	397	0,15	28,0			167,0	0,96	0,08
	4	213,54	397	0,13	27,6			192,2	0,96	0,08
	5	241,14	397	0,11	27,0			217,0	0,95	0,08
	6	268,09	397	0,10	26,1			241,3	0,93	0,08
	7	130,00	397	0,21	27,5	164	148	117,0	0,90	0,08
	8	157,54	397	0,18	28,0			141,8	0,95	0,08
	9	185,55	397	0,15	28,0			167,0	0,96	0,08
	10	213,54	397	0,13	27,6			192,2	0,96	0,08
	11	241,14	397	0,11	27,0			217,0	0,95	0,08
	12	268,09	397	0,10	26,1			241,3	0,93	0,08
	13	294,23	397	0,09	25,2			264,8	0,90	0,08
	14	130,00	397	0,21	27,5	189	170	117,0	0,87	0,07
	15	157,54	397	0,18	28,0			141,8	0,95	0,08
	16	185,55	397	0,15	28,0			167,0	0,96	0,08
	17	213,54	397	0,13	27,6			192,2	0,96	0,08
	18	241,14	397	0,11	27,0			217,0	0,95	0,08
	19	268,09	397	0,10	26,1			241,3	0,93	0,08
	20	294,23	397	0,09	25,2			264,8	0,90	0,08
	21	130,00	397	0,21	27,5	189	170	117,0	0,87	0,07
	22	157,54	397	0,18	28,0			141,8	0,95	0,08
	23	185,55	397	0,15	28,0			167,0	0,96	0,08
	24	213,54	397	0,13	27,6			192,2	0,96	0,08
	25	241,14	397	0,11	27,0			217,0	0,95	0,08
	26	268,09	397	0,10	26,1			241,3	0,93	0,08
	27	294,23	397	0,09	25,2			264,8	0,90	0,08
	28	130,00	397	0,21	27,5	189	170	117,0	0,87	0,07
	29	157,54	397	0,18	28,0			141,8	0,95	0,08
	30	185,55	397	0,15	28,0			167,0	0,96	0,08
	31	213,54	397	0,13	27,6			192,2	0,96	0,08

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
FEBRER	32	241,14	566	0,15	35,8	206	185	217,0	0,95	0,08
	33	276,93	566	0,13	34,9			249,2	1,23	0,10
	34	311,87	566	0,11	33,8			280,7	1,20	0,10
	35	140,00	566	0,25	35,4			126,0	1,16	0,10
	36	175,41	566	0,21	36,2			157,9	1,22	0,10
	37	211,63	566	0,17	36,2			190,5	1,24	0,10
	38	247,84	566	0,14	35,7			223,1	1,24	0,10
	39	283,50	566	0,12	34,7			255,2	1,23	0,10
	40	318,25	566	0,11	33,6	244	220	286,4	1,19	0,10
	41	351,85	566	0,09	32,3			316,7	1,15	0,10
	42	140,00	566	0,25	35,4			126,0	1,11	0,09
	43	175,41	566	0,21	36,2			157,9	1,22	0,10
	44	211,63	566	0,17	36,2			190,5	1,24	0,10
	45	247,84	566	0,14	35,7			223,1	1,24	0,10
	46	283,50	566	0,12	34,7			255,2	1,23	0,10
	47	318,25	566	0,11	33,6			286,4	1,19	0,10
	48	351,85	566	0,09	32,3	244	220	316,7	1,15	0,10
	49	140,00	566	0,25	35,4			126,0	1,11	0,09
	50	175,41	566	0,21	36,2			157,9	1,22	0,10
	51	211,63	566	0,17	36,2			190,5	1,24	0,10
	52	247,84	566	0,14	35,7			223,1	1,24	0,10
	53	283,50	566	0,12	34,7			255,2	1,23	0,10
	54	318,25	566	0,11	33,6			286,4	1,19	0,10
	55	351,85	566	0,09	32,3	244	220	316,7	1,15	0,10
	56	140,00	566	0,25	35,4			126,0	1,11	0,09
	57	175,41	566	0,21	36,2			157,9	1,22	0,10
	58	211,63	566	0,17	36,2			190,5	1,24	0,10
	59	247,84	566	0,14	35,7			223,1	1,24	0,10

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
MARZO	60	283,50	850	0,16	46,0			255,2	1,23	0,10
	61	329,55	850	0,14	44,8			296,6	1,58	0,13
	62	374,34	850	0,12	43,2			336,9	1,54	0,13
	63	417,55	850	0,10	41,5			375,8	1,49	0,12
	64	170,00	850	0,27	46,2	289	260	153,0	1,42	0,12
	65	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13
	66	262,99	850	0,18	46,4			236,7	1,61	0,13
	67	309,43	850	0,15	45,4			278,5	1,60	0,13
	68	354,82	850	0,12	43,9			319,3	1,56	0,13
	69	170,00	850	0,27	46,2	229	206	153,0	1,51	0,13
	70	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13
	71	262,99	850	0,18	46,4			236,7	1,61	0,13
	72	309,43	850	0,15	45,4			278,5	1,60	0,13
	73	354,82	850	0,12	43,9			319,3	1,56	0,13
	74	170,00	850	0,27	46,2	229	206	153,0	1,51	0,13
	75	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13
	76	262,99	850	0,18	46,4			236,7	1,61	0,13
	77	309,43	850	0,15	45,4			278,5	1,60	0,13
	78	354,82	850	0,12	43,9			319,3	1,56	0,13
	79	170,00	850	0,27	46,2	229	206	153,0	1,51	0,13
	80	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13
	81	262,99	850	0,18	46,4			236,7	1,61	0,13
	82	309,43	850	0,15	45,4			278,5	1,60	0,13
	83	354,82	850	0,12	43,9			319,3	1,56	0,13
	84	170,00	850	0,27	46,2	229	206	153,0	1,51	0,13
	85	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13
	86	262,99	850	0,18	46,4			236,7	1,61	0,13
	87	309,43	850	0,15	45,4			278,5	1,60	0,13
	88	354,82	850	0,12	43,9			319,3	1,56	0,13
	89	170,00	850	0,27	46,2	229	206	153,0	1,51	0,13
	90	216,17	850	0,22	46,8			194,5	1,59	0,13



	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
MAIG	121	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	122	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	123	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	124	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	125	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	126	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	127	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	128	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	129	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	130	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	131	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	132	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	133	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	134	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	135	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	136	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	137	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	138	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	139	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	140	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	141	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	142	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	143	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	144	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	145	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	146	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	147	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	148	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	149	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	150	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	151	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
JUNY	152	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	153	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	154	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	155	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	156	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	157	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	158	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	159	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	160	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	161	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	162	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	163	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	164	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	165	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	166	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	167	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	168	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	169	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	170	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	171	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	172	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	173	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	174	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	175	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	176	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	177	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	178	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	179	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	180	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	181	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
JULIOL	182	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	183	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	184	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	185	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	186	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	187	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	188	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	189	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	190	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	191	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	192	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	193	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	194	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	195	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	196	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	197	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	198	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	199	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	200	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	201	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	202	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	203	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	204	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	205	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	206	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	207	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	208	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	209	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	210	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	211	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	212	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
AGOST	213	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	214	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	215	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	216	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	217	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	218	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	219	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	220	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	221	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	222	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	223	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	224	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	225	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	226	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	227	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	228	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	229	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	230	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	231	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	232	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	233	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	234	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	235	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	236	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	237	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	238	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	239	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	240	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	241	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	242	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	243	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13

	Dia	SD (g ms/m2)	Eo ( $\mu$ mol/m2/s)	$\mu$ NET	BP (gdw/m2dia)	Collita (gms/m2)	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
SETEMBRE	244	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	245	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	246	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	247	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	248	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	249	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	250	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	251	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	252	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	253	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	254	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	255	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	256	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	257	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	258	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	259	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	260	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	261	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	262	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	263	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	264	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	265	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	266	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	267	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	268	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13
	269	170,00	900	0,28	47,6	236	213	153,0	1,56	0,13
	270	217,63	900	0,22	48,4			195,9	1,64	0,14
	271	266,01	900	0,18	48,0			239,4	1,66	0,14
	272	314,03	900	0,15	46,9			282,6	1,65	0,14
	273	360,97	900	0,13	45,4			324,9	1,61	0,13

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
OCTUBRE	274	150,00	640	0,26	38,6	256	231	135,0	1,56	0,13
	275	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	276	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	277	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	278	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	279	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11
	280	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	281	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	282	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	283	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	284	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11
	285	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	286	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	287	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	288	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	289	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11
	290	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	291	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	292	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	293	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	294	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11
	295	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	296	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	297	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	298	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	299	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11
	300	188,59	640	0,21	39,3			169,7	1,33	0,11
	301	227,92	640	0,17	39,2			205,1	1,35	0,11
	302	267,12	640	0,14	38,5			240,4	1,35	0,11
	303	305,61	640	0,12	37,4			275,1	1,32	0,11
	304	150,00	640	0,26	38,6	193	174	135,0	1,29	0,11

	Dia	SD (g ms/m2)	Eo ( $\mu$ mol/m2/s)	$\mu$ NET	BP (gdw/m2dia)	Collita (gms/m2)	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
NOVEMBRE	305	188,59	455	0,16	31,1			169,7	1,33	0,11
	306	219,68	455	0,14	30,7			197,7	1,07	0,09
	307	250,40	455	0,12	30,0			225,4	1,06	0,09
	308	280,43	455	0,10	29,1			252,4	1,03	0,09
	309	140,00	455	0,22	30,6	170	153	126,0	1,00	0,08
	310	170,65	455	0,18	31,1			153,6	1,05	0,09
	311	201,74	455	0,15	31,0			181,6	1,07	0,09
	312	232,72	455	0,13	30,5			209,5	1,06	0,09
	313	263,19	455	0,11	29,7			236,9	1,05	0,09
	314	140,00	455	0,22	30,6	153	138	126,0	1,02	0,09
	315	170,65	455	0,18	31,1			153,6	1,05	0,09
	316	201,74	455	0,15	31,0			181,6	1,07	0,09
	317	232,72	455	0,13	30,5			209,5	1,06	0,09
	318	263,19	455	0,11	29,7			236,9	1,05	0,09
	319	140,00	455	0,22	30,6	153	138	126,0	1,02	0,09
	320	170,65	455	0,18	31,1			153,6	1,05	0,09
	321	201,74	455	0,15	31,0			181,6	1,07	0,09
	322	232,72	455	0,13	30,5			209,5	1,06	0,09
	323	263,19	455	0,11	29,7			236,9	1,05	0,09
	324	140,00	455	0,22	30,6	153	138	126,0	1,02	0,09
	325	170,65	455	0,18	31,1			153,6	1,05	0,09
	326	201,74	455	0,15	31,0			181,6	1,07	0,09
	327	232,72	455	0,13	30,5			209,5	1,06	0,09
	328	263,19	455	0,11	29,7			236,9	1,05	0,09
	329	140,00	455	0,22	30,6	153	138	126,0	1,02	0,09
	330	170,65	455	0,18	31,1			153,6	1,05	0,09
	331	201,74	455	0,15	31,0			181,6	1,07	0,09
	332	232,72	455	0,13	30,5			209,5	1,06	0,09
	333	263,19	455	0,11	29,7			236,9	1,05	0,09
	334	140,00	455	0,22	30,6	153	138	126,0	1,02	0,09

	Dia	SD (g ms/m <sup>2</sup> )	Eo (μmol/m <sup>2</sup> /s)	μNET	BP (gdw/m <sup>2</sup> dia)	Collita (gms/m <sup>2</sup> )	Cosecha (Kg ms)	Biomasa (kg ms)	Absorc. N (kg N/dia)	Absorc. P (kg P/dia)
DECEMBRE	335	170,65	354	0,15	25,6			153,6	1,05	0,09
	336	196,27	354	0,13	25,4			176,6	0,88	0,07
	337	221,63	354	0,11	24,8			199,5	0,87	0,07
	338	246,47	354	0,10	24,1			221,8	0,85	0,07
	339	270,62	354	0,09	23,3			243,6	0,83	0,07
	340	115,00	354	0,22	24,9	179	161	103,5	0,80	0,07
	341	139,85	354	0,18	25,5			125,9	0,85	0,07
	342	165,35	354	0,16	25,6			148,8	0,88	0,07
	343	190,99	354	0,13	25,4			171,9	0,88	0,07
	344	216,43	354	0,12	25,0			194,8	0,87	0,07
	345	241,39	354	0,10	24,3			217,3	0,86	0,07
	346	115,00	354	0,22	24,9	151	136	103,5	0,84	0,07
	347	139,85	354	0,18	25,5			125,9	0,85	0,07
	348	165,35	354	0,16	25,6			148,8	0,88	0,07
	349	190,99	354	0,13	25,4			171,9	0,88	0,07
	350	216,43	354	0,12	25,0			194,8	0,87	0,07
	351	241,39	354	0,10	24,3			217,3	0,86	0,07
	352	115,00	354	0,22	24,9	151	136	103,5	0,84	0,07
	353	139,85	354	0,18	25,5			125,9	0,85	0,07
	354	165,35	354	0,16	25,6			148,8	0,88	0,07
	355	190,99	354	0,13	25,4			171,9	0,88	0,07
	356	216,43	354	0,12	25,0			194,8	0,87	0,07
	357	241,39	354	0,10	24,3			217,3	0,86	0,07
	358	115,00	354	0,22	24,9	151	136	103,5	0,84	0,07
	359	139,85	354	0,18	25,5			125,9	0,85	0,07
	360	165,35	354	0,16	25,6			148,8	0,88	0,07
	361	190,99	354	0,13	25,4			171,9	0,88	0,07
	362	216,43	354	0,12	25,0			194,8	0,87	0,07
	363	241,39	354	0,10	24,3			217,3	0,86	0,07
	364	115,00	354	0,22	24,9	151	136	103,5	0,84	0,07
	365	139,85	354	0,18	25,5			125,9	0,85	0,07
		Densitat mitja (g ms/m <sup>2</sup> )				Max. BP (Kg ms /dia)	TOTAL collita (Kg ms)	MAX Bm (kg ms)	Absorció mitja (Kg N/dia)	Absorció mitja Kg P/dia
		243,85				43,55	13299,16	375,80	1,66	0,12
					BP mitja (Kg ms/dia)			Bm mitja (kg ms)	Total N abs (kg N)	
					36,44			219,47	506,89	



## **ANNEX II: Alimentació**

## TAULES D'ALIMENTACIÓ

**INICIO Plus 801**
**Pre-engreix  
orades**
**1,5 mm**

Proteïna bruta	54 %
Lípids bruts	18 %
Carbohidrats (ELN)	13,5 %
Cendres	0,9 %
Fibra bruta	8,3 %
Fòsfor total	1,2 %
Proteïna digestible/ energia digestible	24,9 g/MJ
Energia digestible	19,9 MJ/kg
Energia bruta	22,2 MJ/kg

**kg pinso /100kg biomassa**

Mida peix (g)	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°
<b>3 _ 8</b>	2,56	2,755	2,95	2,65	2,35	2,59	2,83	3,605	4,38	4,64	4,9
<b>8 _ 15</b>	1,95	2,1	2,25	2,405	2,56	2,74	2,92	3,13	3,34	3,54	3,74

**INICIO Plus 868**
**Pre-engreix  
orades**
**1,9 mm**

Proteïna bruta	51 %
Lípids bruts	17 %
Carbohidrats (ELN)	18,1 %
Cendres	2,2 %
Fibra bruta	7 %
Fòsfor total	1,1 %
Proteïna digestible/ energia digestible	25 g/MJ
Energia digestible	19,4 MJ/kg
Energia bruta	22,1 MJ/kg

**kg pinso /100kg biomassa**

Mida peix (g)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>15 _ 20</b>	1,67	1,795	1,92	2,05	2,18	2,335	2,49	2,67	2,85	3,025	3,2
<b>20 _ 25</b>	1,52	1,64	1,76	1,875	1,99	2,135	2,28	2,44	2,6	2,76	2,92
<b>25 _ 30</b>	1,41	1,52	1,63	1,74	1,85	1,985	2,12	2,27	2,42	2,565	2,71

<b>EFICO YM 863</b>	<b>Engreix orades</b>
---------------------	-----------------------

	<b>3mm</b>	<b>4,5mm</b>	
Proteïna bruta	44-48	42-46	%
Lípids bruts	16-18	18-20	%
Carbohidrats (ELN)	16-22	16-22	%
Fibra bruta	2-5	2-5	%
Cendres	7-9	6-8	%
Fòsfor total	1-1,2	0,9-1,1	%
Proteïna digestible/ energia digestible	22,7	20,9	g/MJ
Energia digestible	19,3	19,6	MJ/kg
Energia bruta	21-23	21,4-23,4	MJ/kg

<b>kg pinso /100kg biomassa</b>											
Mida peix(g)	Pellet (mm)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>30_50</b>	3	1,23	1,325	1,42	1,515	1,61	1,725	1,84	1,97	2,1	2,23
<b>50_80</b>	3	1,03	1,11	1,19	1,27	1,35	1,445	1,54	1,65	1,76	1,865
<b>80_100</b>	3	0,91	0,985	1,06	1,13	1,2	1,285	1,37	1,47	1,57	1,66
<b>100_150</b>	4,5	0,81	0,875	0,94	1	1,06	1,135	1,21	1,3	1,39	1,475
<b>150_250</b>	4,5	0,68	0,735	0,79	0,845	0,9	0,96	1,02	1,095	1,17	1,24
<b>250_350</b>	4,5	0,59	0,635	0,68	0,725	0,77	0,825	0,88	0,945	1,01	1,07
<b>350_450</b>	4,5	0,53	0,57	0,61	0,655	0,7	0,75	0,8	0,855	0,91	0,965

# PREVISSIÓ DELS CONSUMS I PRODUCCIÓ D'AMONI

	Lot / Dia	31- Gen	28-feb	31-mar	30-abr	31-mai	30-jun	31-jul	31-ag	30-set	31-oct	30-nov	31-dec
Temperatura °C		18	18	19	20	21	23	25	25	24	18	18	18
S T <sup>a</sup> Ef °C		186	354	571	811	1090	1420	1823	2226	2586	2922	3102	3288
Mida del peix (g)		7,17	11,18	18,26	29,02	46,04	73,48	119,58	181,79	252,95	334,22	384,16	440,74
Supervivència (%)		94,0	92,0	91,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90	90
Nº de peixos		9839	9630	9525	9424	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420
Biomassa (Kg)	13	71	108	174	273	434	692	1127	1713	2383	3149	3619	4152
Tipus de pinso		I. + 801	I. + 801	I. + 868	I. + 868	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3
Proteïna bruta (%)		54	54	51	51	46	46	44	44	44	44	44	44
Ingesta diària (Kg/100kg BM)		2,95	2,25	2,05	1,85	1,73	1,65	1,48	1,24	1,01	0,68	0,61	0,61
Ingesta total diària (kg/dia/lot)		2,08	2,42	3,57	5,06	7,48	11,42	16,62	21,24	24,07	21,41	22,08	25,33
	2 i 14	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,61 25,33	168 6,81 94,6 9900 67 I. + 801 54	385 12,05 92,0 9630 116 I. + 801 54	625 20,40 91,0 9529 194 I. + 868 51	904 34,12 90,0 9424 322 EFICO 3 46	1234 56,97 90,0 9420 537 EFICO 3 46	1637 96,45 90,0 9420 909 EFICO 3 46	2040 150,92 90,0 9420 1422 EFICO 3 44	2400 214,23 90,0 9420 2018 EFICO 3 44	2736 287,37 90,0 9420 2707 EFICO 3 44	2916 332,63 90 9420 3134 EFICO 3 44	3102 384,16 90 9420 3619 EFICO 3 44
	3 i 15	3120 389,41 90,0 9420 3668 EFICO 3 44 0,61 22,38	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,61 25,33	217 7,82 94,0 9839 77 I. + 801 54	457 14,25 91,9 9623 137 I. + 801 54	736 25,30 90,9 9518 241 I. + 868 51	1066 44,36 90,0 9420 418 EFICO 3 46	1469 78,31 90,0 9420 738 EFICO 3 46	1872 126,24 90,0 9420 1189 EFICO 3 44	2232 182,85 90,0 9420 1723 EFICO 3 44	2568 249,01 90,0 9420 2346 EFICO 3 44	2748 290,25 90 9420 2734 EFICO 3 44	2934 337,41 90 9420 3179 EFICO 3 44
	4 i 16	2903 329,22 90,0 9420 3101 EFICO 3 44 0,68 21,09	3071 375,22 90,0 9420 3535 EFICO 3 44 0,61 21,56	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,66 27,20	240 8,33 94,2 9859 82 I. + 801 54	519 16,35 91,9 9623 157 I. + 868 51	849 31,03 91,0 9522 296 EFICO 3 46	1252 58,44 90,0 9420 551 EFICO 3 46	1655 98,54 90,0 9420 928 EFICO 3 46	2015 147,06 90,0 9420 1385 EFICO 3 44	2351 204,74 90,0 9420 1929 EFICO 3 44	2531 241,05 90 9420 2271 EFICO 3 44	2717 282,85 90 9420 2665 EFICO 3 44
					2,10	3,67	5,82	10,27	15,41	19,26	15,24	17,94	18,12

	Lot / Dia	31-gen	28-feb	31-mar	30-abr	31-mai	30-jun	31-jul	31-ag	30-set	31-oct	30-nov	31-dec
Temperatura °C		18	18	19	20	21	23	25	25	24	18	18	18
S T <sup>a</sup> Ef °C		2663	2831	3048	3288	279	609	1012	1415	1775	2111	2291	2477
Mida del peix (g)		270,25	310,71	368,69	440,74	9,24	19,75	40,75	73,00	113,29	162,25	193,49	229,74
Supervivència (%)		90,0	90,0	90,0	90,0	94,0	91,9	90,9	90,0	90,0	90,0	90	90
Nº de peixos		9420	9420	9420	9420	9839	9623	9518	9420	9420	9420	9420	9420
Biomassa (Kg)	5 i 17	2546	2927	3473	4152	91	190	388	688	1067	1529	1823	2164
Tipus de pinso		EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	I. + 801	I. + 868	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3
Proteïna bruta (%)		44	44	44	44	54	51	46	46	44	44	44	44
Ingesta diària (Kg/100kg BM)		0,68	0,68	0,66	0,70	2,74	2,67	2,23	1,87	1,39	0,79	0,79	0,79
Ingesta total diària (kg/dia/lot)		17,31	19,90	22,75	29,06	2,49	5,07	8,65	12,83	14,83	12,08	14,40	17,10
	6 i 18	2384 211,10 90,0 9420 1989 EFICO 3 44 0,79 15,71	2552 245,55 90,0 9420 2313 EFICO 3 44 0,79 18,27	2769 295,34 90,0 9420 2782 EFICO 3 44 0,73 20,17	3009 357,78 90,0 9420 3370 EFICO 3 44 0,70 23,59	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,75 31,14	330 10,53 94,2 9859 104 I. + 801 54 3,13 3,25	733 25,16 91,9 9623 242 I. + 868 51 2,57 6,21	1136 49,36 90,9 9518 470 EFICO 3 46 2,23 10,48	1496 81,05 90,0 9420 764 EFICO 3 46 1,57 11,99	1832 120,78 90,0 9420 1138 EFICO 3 44 0,94 10,70	2012 146,60 90 9420 1381 EFICO 3 44 0,94 12,98	2198 176,90 90 9420 1666 EFICO 3 44 0,79 13,16
	7 i 19	2054 153,11 90,0 9420 1442 EFICO 3 44 0,79 11,39	2222 181,08 90,0 9420 1706 EFICO 3 44 0,79 13,48	2439 222,00 90,0 9420 2091 EFICO 3 44 0,85 17,67	2679 273,95 90,0 9420 2581 EFICO 3 44 0,77 19,87	2958 343,84 90,0 9420 3239 EFICO 3 44 0,83 26,72	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,86 35,50	403 12,58 94,0 9839 124 I. + 801 54 3,54 4,38	806 28,76 91,9 9620 277 I. + 868 51 2,57 7,10	1166 51,61 90,9 9518 491 EFICO 3 46 1,76 8,65	1502 81,67 90,0 9420 769 EFICO 3 46 1,06 8,16	1682 101,74 90 9420 958 EFICO 3 44 0,94 9,01	1868 125,68 90 9420 1184 EFICO 3 44 0,94 11,13
	8 i 20	1651 98,07 90,0 9420 924 EFICO 3 46 1,06 9,79	1819 119,05 90,0 9420 1121 EFICO 3 44 0,94 10,54	2036 150,30 90,0 9420 1416 EFICO 3 44 0,85 11,96	2276 190,75 90,0 9420 1797 EFICO 3 44 0,90 16,17	2555 246,20 90,0 9420 2319 EFICO 3 44 0,96 22,27	2885 324,52 90,0 9420 3057 EFICO 3 44 0,95 28,89	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,97 40,07	403 12,58 94,0 9839 124 I. + 801 54 3,54 4,38	763 26,60 91,9 9623 256 I. + 868 51 2,42 6,19	1099 46,67 90,9 9518 444 EFICO 3 46 1,42 6,31	1279 60,71 90 9420 572 EFICO 3 46 1,19 6,81	1465 77,90 90 9420 734 EFICO 3 46 1,19 8,73
	9 i 21	1248 58,11 90,0 9420 547 EFICO 3 46 1,19 6,51	1416 73,09 90,0 9420 689 EFICO 3 46 1,19 8,19	1633 95,99 90,0 9420 904 EFICO 3 46 1,13 10,22	1873 126,37 90,0 9420 1191 EFICO 3 44 1,06 12,62	2152 169,05 90,0 9420 1593 EFICO 3 44 0,96 15,29	2482 230,77 90,0 9420 2174 EFICO 3 44 1,10 23,81	2885 324,52 90,0 9420 3057 EFICO 3 44 1,07 32,71	3288 440,74 90,0 9420 4152 EFICO 3 44 0,97 40,07	360 11,34 94,2 9859 112 I. + 801 54 3,34 3,74	696 23,45 91,9 9623 226 I. + 868 51 1,76 3,97	876 32,52 91 9522 310 EFICO 3 46 1,42 4,40	1062 44,09 90 9420 415 EFICO 3 46 1,42 5,90

	Lot / Dia	31- Gen	28-feb	31-mar	30-abr	31-mai	30-jun	31-jul	31-ag	30-set	31-oct	30-nov	31-dec
Temperatura °C		18	18	19	20	21	23	25	25	24	18	18	18
S T <sup>a</sup> Ef °C	10 i 22	888	1056	1273	1513	1792	2122	2525	2928	3288	336	516	702
Mida del peix (g)		33,20	43,68	60,20	82,82	115,49	164,06	239,78	335,81	440,74	10,69	16,24	23,72
Supervivència (%)		90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	94,0	92	91
Nº de peixos		9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9839	9623	9518
Biomassa (Kg)		313	411	567	780	1088	1546	2259	3163	4152	105	156	226
Tipus de pinso		EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	I. + 801	I. + 868	I. + 868
Proteïna bruta (%)		46	46	46	46	44	44	44	44	44	54	51	51
Ingesta diària (Kg/100kg BM)		1,42	1,42	1,27	1,20	1,14	1,10	1,24	1,07	0,91	2,25	1,92	1,76
Ingesta total diària (kg/dia/lot)		4,44	5,84	7,20	9,36	12,35	16,92	28,01	33,85	37,78	2,37	3,00	3,97
	11 i 23	552	720	937	1177	1456	1786	2189	2592	2952	3288	180	366
		17,55	24,55	36,06	52,45	77,01	114,71	175,34	254,27	342,22	440,74	7,05	11,51
		90,9	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	94	92
		9518	9424	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9859	9623
		167	231	340	494	725	1081	1652	2395	3224	4152	69	111
		I. + 868	I. + 868	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	I. + 801	I. + 801
		51	51	46	46	46	44	44	44	44	44	54	54
		1,92	1,76	1,52	1,35	1,45	1,30	1,24	1,07	1,01	0,61	2,95	2,25
		3,21	4,07	5,15	6,67	10,48	14,05	20,48	25,63	32,56	25,33	2,05	2,49
	12 i 24	372	540	757	997	1276	1606	2009	2412	2772	3108	3288	186
		11,68	17,10	26,30	39,78	60,45	92,91	146,14	216,60	296,07	385,90	440,74	7,17
		91,9	91,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90	94
		9620	9525	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9420	9839
		112	163	248	375	569	875	1377	2040	2789	3635	4152	71
		I. + 801	I. + 868	I. + 868	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	EFICO 3	I. + 801
		54	51	51	46	46	46	44	44	44	44	44	54
		2,25	1,92	1,74	1,61	1,45	1,47	1,48	1,24	1,01	0,61	0,61	2,95
		2,53	3,13	4,31	6,03	8,23	12,87	20,31	25,30	28,17	22,18	25,33	2,08
Total pinso (kg/dia)		141,78	134,73	135,03	137,93	150,45	174,69	216,54	231,44	231,00	164,66	157,89	151,71
Proteïna bruta (kg)		63,48	60,51	60,90	62,31	67,67	78,49	97,11	103,54	102,86	73,26	70,11	67,78
Fòsfor total excretat (kg/dia)		0,421	0,400	0,401	0,410	0,447	0,519	0,643	0,687	0,686	0,489	0,469	0,451
N-TAN (N-NH3) (kg/dia)		6,196	5,906	5,944	6,082	6,605	7,660	9,478	10,106	10,039	7,150	6,843	6,615
Excreció sòlides (kg/dia)		35,40	33,64	33,72	34,44	37,57	43,62	54,07	57,79	57,68	41,12	39,42	37,88
Biomassa total (kg)		19033	17424	16340	15427	14930	15121	16574	18561	20364	22128	21179	20185

Valor mig BM (KG):	16050,3
Valor max BM (KG):	22128,4
Consum mig pinso (Kg/dia):	157,7
Consum max pinso (kg/dia)	232,70
Max producció N-TAN (Kg/dia)	10,15
Min. producció N-TAN (Kg/dia)	5,16
Producció mitja N-TAN (Kg/dia)	6,90
Excreció mitja de P (Kg/dia)	0,47
Temperatura mitja anual	21,0
Excreció. mitja sòlids (kg/dia)	39,37
Max excreció (kg/dia)	58,11

## **ANNEX III: Càlculs hidràulics**



**CABALS**

		Màxim	Mínim	Med
Q Total (m3/h)	5 m3	33,0	6,9	16,9
	10 m3	87,2	13,7	38,8
	20 m3	251,5	81,6	137,5
Q Individual (m3/h)	5 m3	4,1	0,9	2,1
	10 m3	7,9	1,2	3,5
	20 m3	12,6	4,1	6,9
Q rec. total (m3/h)		355,35	111,95	193,29
Q Ulva (m3/h)		58,19	17,25	38,86
Q Renovació (m3/h)		16,21	6,73	10,43

## SELECCIÓ DE DIÀMETRES

			(m)	(m3/s)		(m/s)	(m2)	(mm)		(m/s)	
Zona	Tipus tanc	Classe	Long	Q max	Q Med	V obj	Àrea can.	D. interior	Selecció	Compr. V Qmax	Compr. V. Qmed
Orades in	GENERAL	2	0,099	0,054	1,5	0,066	289,5	<b>240,2</b>		2,18	1,18
		GEN 2	0,47	0,029	1,5	0,019	156,5	<b>133,6</b>		2,06	1,11
	20	PRIMÀRIA	1,71	0,070	1,5	0,047	243,5	<b>240,2</b>		1,54	0,84
		SEC 1 (10)	6,87	0,035	1,5	0,023	172,2	<b>153,6</b>		1,89	1,03
		SEC 2 (5)	22,82	0,017	1,5	0,012	121,8	<b>118,6</b>		1,58	0,86
		SEC 3 (4)	78	0,014	1,5	0,009	108,9	<b>103,6</b>		1,66	0,91
		TER (1)	88,28	0,003	1,5	0,002	54,5	<b>44</b>		2,30	1,26
	10	PRIMÀRIA	34,73	0,024	1,5	0,016	143,4	<b>133,6</b>		1,73	0,77
		SEC 1 (8)	12,06	0,011	1,5	0,007	96,7	<b>84</b>		1,99	0,88
		SEC 2 (3)	32,67	0,007	1,5	0,004	74,9	<b>69</b>		1,77	0,79
		TER	48,56	0,002	1,5	0,001	43,2	<b>34</b>		2,43	1,08
	5	PRIMÀRIA	40,39	0,009	1,5	0,006	88,3	<b>84</b>		1,66	0,85
		SEC 1 (4)	7,92	0,005	1,5	0,003	62,4	<b>57</b>		1,80	0,92
		SEC 2 (3)	19,04	0,003	1,5	0,002	54,0	<b>44</b>		2,26	1,16
		TER	25,52	0,001	1,5	0,001	31,2	<b>26</b>		2,16	1,11
Orades out	20	TER	106,8	0,003	1,5	0,002	54,5	<b>44</b>		2,30	1,26
		SEC (2-3)	52,4	0,010	1,5	0,007	94,3	<b>84</b>		1,89	1,03
		SEC (4-5)	52,45	0,017	1,5	0,012	121,8	<b>118,6</b>		1,58	0,86
		PRI(2)	18,4	0,054	1,5	0,036	213,5	<b>192,2</b>		1,85	0,94
	10	TER	56,7	0,002	1,5	0,001	43,2	<b>44</b>		1,45	0,64
		SEC (2-3)	36,78	0,007	1,5	0,004	74,9	<b>69</b>		1,77	0,79
		PRI (5-11)	50,36	0,011	1,5	0,007	96,7	<b>118,6</b>		1,00	0,98
	5	TER	31,14	0,001	1,5	0,001	31,2	<b>26</b>		2,16	1,11
		SEC(2)	32,13	0,002	1,5	0,002	44,1	<b>44</b>		1,51	0,77
Ulva in	PE	PRI	55,42	0,009	1,5	0,006	88,3	<b>84</b>		1,66	0,85
		Engreix a diposit	2,76	0,016	1,5	0,011	117,1	<b>118,6</b>		1,46	0,98
		Primaria	19,77	0,016	1,5	0,011	117,1	<b>118,6</b>		1,46	0,98
		terciaria	34	0,008	2	0,004	71,7	<b>66</b>		2,36	1,58
	PE	Laterals	900	0,001	2	0,000	22,7	<b>20</b>		2,57	1,72
Ulva out	Dipòsit a filtre mec.		24,42	0,016	1,5	0,011	117,1	<b>118,6</b>		1,46	0,98
Q ren			320	0,005	1,5	0,003	61,8	<b>57</b>		1,76	1,14

## PEERDUES DE CARREGA I POTENCIA DE LES BOMBES

		(m)	(m3/s)	(mm)	(m/s)		(m)			(m)		
Zona	Tanc	Classe	Long	Q max	D int.	Vel		hc (Veronesse)	Tipus de peça	Valor k	hs	
Orades in		Aspiració	3,09	0,0942	240,2	2,08		0,04	Colze 90º	0,75	0,17	
		Després entrada							T connexió 90º	0,8	0,19	
		Q ren	0,68	0,0987	240,2	2,18		0,009	T divisió 90º	1,5	0,36	
							hc total=	0,05				
							hz (m) =	2,80				
							hs total=		0,72	H total (mca) =	10,29	
							Potencia bomba		P (w) =	9749,218		
Orades in	20	PRIMÀRIA	1,71	0,070	240,2	1,54		0,01	T divisió	1	0,12	
		SEC (10)	4,07	0,035	153,6	1,89		0,07	Papallona 10º	0,52	0,06	
		SEC 2 (5)	8,20	0,017	118,6	1,58		0,14	Filtre UV	0,7	0,36	
		SEC 3 (4)	6,50	0,014	103,6	1,66		0,15	Colze 45º (2)	0,35	0,08	
		SEC 3 (3)	6,50	0,010	103,6	1,24		0,09	T divisió	1,5	0,18	
		SEC 3 (2)	6,50	0,007	103,6	0,83		0,04	Estretament	0,25	0,05	
		TER 3	9,67	0,0035	44	2,30		1,09	T divisió 45º	0,5	0,09	
									hc total=	1,60		
									Estretament		0,25	0,03
									Colze 45º (2)		0,35	0,09
							T divisió 45º		0,5	0,06		
							Estretament		0,25	0,04		
							T divisió 45º		0,5	0,04		
							T divisió 45º		0,5	0,02		
							T divisió 45º		0,5	0,02		
							Estretament		0,25	0,07		
							Colze 45º (2)		0,35	0,19		
							Colze 90º (3)		0,75	0,61		
							V angular		2	0,54		
							Sortida oxysteam		1	0,27		
							hs total=		2,91	H total (m) =	4,51	
Orades in	10	PRIMÀRIA	34,73	0,0242	133,6	1,73		0,62	T divisió + estret.	1	0,20	
		SEC 1 (8)	6,57	0,0176	84	3,18		0,61	Filtre UV	0,7	0,46	
		SEC 1 (5)	5,49	0,0110	84	1,99		0,22	T divisió 45º	0,7	0,11	
		SEC 2 (2)	12,01	0,0044	69	1,18		0,24	papallona 10º	0,52	0,08	
		TER	7,59	0,0022	34	2,43		1,29	Colze 45º (3)	0,35	0,16	
									hc total=	2,98		
							T divisió		1	0,15		
							Estretament		0,25	0,13		
							Colze 45º		0,35	0,18		
							T divisió 45º		0,5	0,26		
							T divisió 45º		0,4	0,08		
							Estretament		0,25	0,02		
							Colze 45º (2)		0,35	0,05		

										T divisió 45º		0,3	0,02	
										Estretament		0,25	0,07	
										Colze 45º (2)		0,35	0,21	
										Colze 90º (3)		0,75	0,67	
										V angular		2	0,60	
										Sortida oxysteam		1	0,30	
										hs total=		3,75	H total (m) =	6,72
Orades in	5	PRIMÀRIA	40,39	0,0092	84	1,66		1,16	T divisió + estret.	1	0,20			
		SEC 1 (4)	3,96	0,0046	57	1,80			Filtre UV	0,7	0,46			
		SEC 2 (3)	4,46	0,0034	57	1,35			T divisió + estret.	0,8	0,19			
		SEC 2 (2)	4,46	0,0023	44	1,51			papallona 10º	0,52	0,07			
		TER	6,76	0,0011	26	2,16			Bomba calor		0,18			
							hc total=	3,04						
H total orades in (mca) =		10,29												
Potencia bomba	P (w) =	9749,218												
										Colze 45º (8)		0,35	0,39	
										T divisió		1	0,14	
										Estretament		0,25	0,04	
										Colze 45º (2)		0,35	0,12	
										T divisió 45º		0,5	0,08	
										Estretament		0,25	0,02	
										T divisió 45º		0,5	0,05	
										T divisió 45º		0,5	0,06	
										Estretament		0,25	0,06	
										Colze 45º (2)		0,35	0,17	
										Colze 90º (3)		0,75	0,54	
										V angular		2	0,48	
										Sortida oxysteam		1	0,24	
										hs total=		3,47	H total (m) =	6,51
Renovació in	PRIMARIA	315	0,0045027	57	1,76	hc total=	16,22		Colze 45º (4)	0,35	0,22			
						hz (m) =	2,00		H.cicló 50820v3		5			
								F.anelles Azud 2S	Pressió min. =	20				
									Pèrdua =	0,31				
								Filtre UV	0,7	0,48				
								Intercanviador	2	0,32				
								Bomba calor		0,21				
								Colze 45º (2)	0,35	0,11				
								papallona 10º	0,52	0,08				
								T unió	0,8	0,13				
								hs total=	26,73	H total (mca) =	44,95			
								Potencia bomba	P (w) =	2035,123				

ORADES → ULVA											
Tipus d'emissor: laberint	Euro-key 24 (Toro)	l/h	Lateral		Terciàries		Primària		Pèrdues singulars (hs)		
			Q (L/h)	2909,5	Q (L/h)	29095	Q (L/h)	58191,6	Tipus de peça      Valor k      hs (mca)		
Cabal nominal	34		ha	15,31	F	0,42	L (m)	18,00	Colze 90º	0,75	0,082
Equació de l'emissor: q = k·ha (h en m.c.a. i q en L./h)'	8,69		F	0,369	L	18	hc	0,3	V papallona 10º	0,52	0,057
	0,5		L	45,0	J	0,07	Vel (m/s)	1,46	Colze 45º (2)	0,35	0,076
Longitud equivalent de la connexió d' un emissor	0,04		J	0,36	Hf	0,52			T divisió	1	0,109
Coeficient de variació de fabricació:	0,05		J'	0,39	d	0			Colze 45º (2)	0,35	0,199
			hf	6,45	Ha=hm	20,03			Valvula bola	0,1	0,028
Característiques de la subunitat:			d	0,00	Hm	20,42			Total hs (m) = 0,552		
			hm	20,03	t'	1					
		i<J' o i>J'		i(pendent)	0			Diferència alçada	hz (m) =	1	
Pendent del lateral:	0	t'	1,00		descendents						
Pendent de la terciària:	0	hn	13,59	Hn	20,4			H total	h (mca) =	36	
Separació entre laterals:	1,8			Hu	19,9						
Separació entre emissors:	0,53	Vel (m/s)	2,57	Vel (m/s)	2,36						
Característiques de les canonades:	D. interior (mm)										
Laterals: Tub de polietilè de baixa densitat	20										
Terciària: Tub de polietilè de baixa densitat	66										
Primària: Canonada de PVC PN 6	118,6										



ULVA → FILTRE								
Classe	(m) Long	(m <sup>3</sup> /s) Q max	(mm) D int.	(m/s) Vel	(m) hc (Veronesse)	Tipus de peça	Valor k	(m) hs
PRIMÀRIA	24,42	0,0162	<b>118,6</b>	<b>1,46</b>	0,37	Colze 90º	0,75	0,08183868
						V papallona 10º	0,52	0,057
						Colze 45º (4)	0,35	0,153
							<b>Total hs (m) =</b>	<b>0,291</b>
						<b>Diferència alçada</b>	<b>hz (m) =</b>	<b>2</b>
							<b>H total (m) =</b>	<b>2,66</b>
						<b>Potencia bomba</b>	<b>P (w) =</b>	<b>433,000</b>

## **ANNEX IV: Pressupost**

## ADQUISICIÓ DEL TERRENY

Amidament: <b>8157 m²</b> <b>Compra de terreny</b>				
Compra de la parcel·la amb referència cadastral: 43138A012000980000SG, Superfície=8157 m² (aproximadament 58*140m), taxació en base a compravenda d'arrossars a la zona del delta del Ebre, entre 2,5 i 3,5 €/m².				
Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
m²	Partició de la parcel·la 98, partida Casablanca, polígon 12, 43540, Sant Carles de la Ràpita (Tarragona)		3	24471
U	Honoraris tècnics			1500
%	Impost de transmissions patrimonials oneroses	10	24471	2447,1
<b>Import total €:</b>				<b>28418,1</b>

## MOVIMENTS DE TERRES

Amidament: <b>3603 m²</b> <b>Esbrossada i neteja del terreny.</b>				
Esbrossada i neteja del terreny, amb mitjans mecànics. Comprèn els treballs necessaris per retirar de les zones previstes per a l'edificació o urbanització (nau i hivernacle): arbres, petites plantes, mala herba, brossa, fustes caigudes, runes, escombraries o qualsevol altre material existent, fins a una profunditat no menor que el gruix de la capa de terra vegetal, considerant com mínima 25 cm; i càrrega a camió. El preu no inclou la tala d'arbres ni el transport dels materials retirats. (font: generadordepreus.info)				
Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1	Equip i maquinària			
h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 120 kW/1,9 m³.	0,021	40,13	0,84
Subtotal equip i maquinària:				<b>0,84</b>
2	Mà d'obra			
h	Peó ordinari construcció.	0,010	21,69	0,22
Subtotal mà d'obra:				<b>0,22</b>
3	Costos directes complementaris			
%	Costos directes complementaris	2,000	1,06	0,02
<b>Costos directes € (1+2+3):</b>				<b>1,08</b>
<b>Import total €:</b>				<b>3891,24</b>



Amidament: 129 m³ Excavació de rases per la instal·lació de canonades					
Excavació de rases per instal·lacions fins a una profunditat de 2 m, en qualsevol tipus de terreny, amb mitjans mecànics, i aplec en les vores de l'excavació. El preu no inclou el transport dels materials excavats. (font: generadordepreus.info)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1	h	Equip i maquinària			
		Retrocarregadora sobre pneumàtics, de 70 kW.	0,257	36,43	9,36
			Subtotal equip i maquinària:		9,36
2	h	Mà d'obra			
		Peó ordinari construcció.	0,216	21,69	4,69
			Subtotal mà d'obra:		4,69
3	%	Costos directes complementaris			
		Costos directes complementaris	2,000	14,05	0,28
			Costos directes € (1+2+3):		14,33
			Import total €:		1848,57

Amidament: 454,8 m³ Excavació a cel obert dels dipòsits i canals, amb mitjans mecànics.					
Excavació a cel obert, en terra de llim, amb mitjans mecànics, i càrrega a camió. El preu no inclou el transport dels materials excavats. (Font: generadordepreus.info)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1	h	Equip i maquinària			
mq01ret020b		Retrocarregadora sobre pneumàtics, de 70 kW.	0,097	36,43	3,53
			Subtotal equip i maquinària:		3,53
2	h	Mà d'obra			
mo113		Peó ordinari construcció.	0,048	21,69	1,04
			Subtotal mà d'obra:		1,04
3	%	Costos directes complementaris			
		Costos directes complementaris	2,000	4,57	0,09
			Costos directes € (1+2+3):		4,66
			Import total €:		2119,37

## CONDICIONAMENT DE LA PARCEL·LA

<b>Amidament: 395,6 m Clos de parcel·la, de malla de simple torsió.</b>					
Clos de parcel·la format per malla de simple torsió, de 40 mm de passada de malla i 2/3 mm de diàmetre, acabat galvanitzat i plastificat en color verd RAL 6015 i pals d'acer pintat de 48 mm de diàmetre i 1 m d'altura, encastats en daus de formigó, en pous excavats en el terreny. Inclús accessoris per a la fixació de la malla de simple torsió als pals metàl·lics. (Font: generadordepreus.info)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1		Materials			
mt52vst030b	U	Pal intermedi de tub d'acer galvanitzat i pintat, de 48 mm de diàmetre i 1,5 mm de gruix, altura 1 m.	0,220	7,90	1,74
mt52vst030j	U	Pal interior de reforç de tub d'acer galvanitzat i pintat, de 48 mm de diàmetre i 1,5 mm de gruix, altura 1 m.	0,060	8,76	0,53
mt52vst030r	U	Pal extrem de tub d'acer galvanitzat i pintat, de 48 mm de diàmetre i 1,5 mm de gruix, altura 1 m.	0,040	10,74	0,43
mt52vst030z	U	Pal en escaire de tub d'acer galvanitzat i pintat, de 48 mm de diàmetre i 1,5 mm de gruix, altura 1 m.	0,200	12,12	2,42
mt52vst010nx	m <sup>2</sup>	Malla de simple torsió, de 40 mm de passada de malla i 2/3 mm de diàmetre, acabat galvanitzat i plastificat en color verd RAL 6015.	1,200	1,96	2,35
mt52vpm055	U	Accessoris per a la fixació de la malla de simple torsió als pals metàl·lics.	1,000	1,00	1,00
mt10hmf010Mm	m <sup>3</sup>	Formigó HM-20/B/20/I, fabricat en central.	0,015	64,13	0,96
Subtotal materials:					<b>9,43</b>
2		Mà d'obra			
mo087	h	Ajudant construcció d'obra civil.	0,120	22,78	2,73
mo011	h	Oficial 1ª muntador.	0,108	25,83	2,79
mo080	h	Ajudant muntador.	0,108	22,78	2,46
Subtotal mà d'obra:					<b>7,98</b>
3		Costos directes complementaris			
	%	Costos directes complementaris	3,000	17,41	0,52
<b>Costos directes € (1+2+3):</b>					<b>17,93</b>
<b>Import total €:</b>					<b>7093,11</b>

<b>Amidament: 649,2 m³ Estabilització d'esplanada mitjançant aportació de material.</b>					
Estabilització mecànica d'esplanada, amb material adequat de 25 a 35 cm de gruix, i compactació del material fins arribar a una densitat seca no inferior al 100% de la màxima obtinguda a l'assaig Proctor Modificat. El preu no inclou la realització de l'assaig Proctor Modificat. (Font: generadordepreus.info)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1		Materials			
mt01art030b	m³	Material adequat d'aportació, per a formació de terraplens, segons l'art. 330.3.3.2 del PG-3.	1,150	3,74	4,30
			Subtotal materials:		4,30
2		Equip i maquinària			
mq01pan010a	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 120 kW/1,9 m³.	0,030	40,13	1,20
mq04cab010b	h	Camión basculant de 10 t de càrrega, de 147 kW.	0,045	29,90	1,35
mq01mot010a	h	Motoanivelladora de 141 kW.	0,018	64,62	1,16
mq02rov010i	h	Compactador monocilíndric vibrant autopropulsat, de 129 kW, de 16,2 t, amplada de treball 213,4 cm.	0,051	62,20	3,17
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacitat.	0,020	38,02	0,76
			Subtotal equip i maquinària:		7,64
3		Mà d'obra			
mo087	h	Ajudant construcció d'obra civil.	0,084	22,78	1,91
			Subtotal mà d'obra:		1,91
4		Costos directes complementaris			
	%	Costos directes complementaris	2,000	13,85	0,28
<b>Costos directes € (1+2+3):</b>					<b>14,13</b>
<b>Import total €:</b>					<b>9173,20</b>

**CONSTRUCCIONS**

<b>Amidament: 1898 m² Construcció nau industrial</b>				
Pressupost general simplificat per a la construcció d'una nau industrial en funció de la superfície total de la nau i contant una alçada mínima de la façana de 4,5m d'alçada i llum interior de 26m. Preus en base a obres completes i finalitzades, de diferents mides i localitzacions. Sense instal·lacions ni equipaments extra. (Font: Habitissimo.es)				
	<b>Unitat</b>	<b>Descripció</b>	<b>Preu unitari</b>	<b>Import</b>
	m²	Estructura d'acer B500 S	45	85410
	m²	Coberta inclinada 5% de panell tipus Sandwich amb aïllant tèrmic	50	94900
	m²	Façana de plaques prefabricades de formigó HA-25	65	123370
	m²	Mà d'obra general	250	474500
			<b>Import total €: 778180,00</b>	

<b>Amidament: 1710 m² Construcció hivernacle multicapella</b>					
Pressupost general aproximat per a hivernacle multicapella (9m d'ample) de construcció modular, amb preus per m² de hivernacle complet (menys la coberta). No s'inclouen sistemes de ventilació, portes, i altres extres. (Font: Ininsa)					
	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
	m²	Estructura acer galvanitzat sendzimir Z-450 amb pilars cada 5 m, reforçaments i riostes en els extrems i canaló a 2,5m.		4,67	7985,7
	m²	Cobertes de policarbonat (onduline)	2275	6,75	15356,25
	m³	Cimentació dels pilars (d=40cm,h=800cm)	5,7	119,81	682,917
	m²	Mà d'obra general		1,36	2325,6
			<b>Import total €: 26350,47</b>		

Filtre mecànic/biofiltre	9,31	m³	Sabata correguda de fonamentació de formigó armat per als diferents tancs d'obra			
Col·lector Ulva	9,18	m³				
Captació Ulva	1,15	m³				
Bassa de decantació	3,26	m³				
Sabata correguda de fonamentació, de formigó armat, realitzada en excavació prèvia, amb formigó HA-25/B/20/ IIa fabricat en central, i abocament des de camió, i acer UNE-EN 10080 B 500 S, amb una quantia aproximada de 37 kg/m³. Inclús armadures d'espera dels pilars o altres elements, filferro de lligar, i separadors. El preu inclou l'elaboració de la ferralla (tall, doblegat i conformat d'elements) en taller industrial i el muntatge en el lloc definitiu de la seva col·locació en obra, però no inclou l'encofrat. (Font: generadordepreus.info)						
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import	
1		Materials				
mt07aco020a	U	Separador homologat per fonamentacions.	7,0	0,13	0,91	
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial amb acer en barres corrugades, UNE-EN 10080 B 500 S, de varis diàmetres.	37,0	0,81	29,97	
mt08var050	kg	Filferro galvanitzat per a lligar, de 1,30 mm de diàmetre.	0,148	1,10	0,16	
mt10haf010nga	m³	Formigó HA-25/B/20/IIa, fabricat en central.	1,100	67,42	74,16	
			Subtotal materials:		105,20	
2		Mà d'obra				
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,071	26,20	1,86	
mo090	h	Ajudant ferrallista.	0,071	23,79	1,69	
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en treballs de posada en obra del formigó.	0,060	26,20	1,57	
mo092	h	Ajudant estructurista, en treballs de posada en obra del formigó.	0,300	23,79	7,14	
			Subtotal mà d'obra:		12,26	
3		Costos directes complementaris				
	%	Costos directes complementaris	2,000	117,46	2,35	
			Costos directes € (1+2+3):		119,81	
			Import total €:		2743,65	

<b>Filtre mecànic/biofiltre</b>	<b>11,86</b>	<b>m³</b>	<b>Construcció dels murs de formigó per a diferents tancs d'obra</b>		
<b>Col·lector Ulva</b>	<b>14,28</b>	<b>m³</b>			
<b>Captació Ulva</b>	<b>1,66</b>	<b>m³</b>			
<b>Bassa de decantació</b>	<b>3,11</b>	<b>m³</b>			
Mur de formigó armat 2C, de fins a 3 m d'altura, gruix 20 cm, superfície plana, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocament amb cubilot, i acer UNE-EN 10080 B 500 S, amb una quantia aproximada de 125 kg/m³, executat en condicions complexes; muntatge i desmuntatge de sistema d'encofrat amb acabat vist amb textura llisa, realitzat amb tauler contraxapat fenòlic amb bastidor metàl·lic, amortitzable en 20 usos. Inclús filferro de lligar, separadors, passamurs per a pas dels tensors i líquid desencofrant per evitar l'adherència del formigó a l'encofrat. El preu inclou l'elaboració de la ferralla (tall, doblegat i conformat d'elements) en taller industrial i el muntatge en el lloc definitiu de la seva col·locació en obra. (Font: <a href="http://generadordepreus.info">generadordepreus.info</a> )					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1		Materials			
mt08ema070a	m²	Tauler contraplacat fenòlic de fusta de pi, de 18 mm d'espessor, amb bastidor metàl·lic, per encofrar murs de formigó de fins a 3 m d'altura.	0,500	250,00	125,00
mt08eme075j	U	Estructura suport de sistema d'encofrat vertical, per a murs de formigó a dues cares, de fins a 3 m d'altura, formada per tornapunts metàl·lics per a estabilització i aplomat de la superfície encofrant.	0,067	275,00	18,43
mt08var050	kg	Filferro galvanitzat per a lligar, de 1,30 mm de diàmetre.	1,950	1,10	2,15
mt08var060	kg	Puntes d'acer de 20x100 mm.	0,400	7,00	2,80
mt08dba010a	l	Agent desemmotllant biodegradable en fase aquosa per a formigons amb acabat vist.	0,130	8,15	1,06
mt08var204	U	Passamurs de PVC per a pas dels tensors de l'encofrat, de diversos diàmetres i longituds.	4,000	0,93	3,72
mt07aco020d	U	Separador homologat per murs.	8,000	0,06	0,48
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial amb acer en barres corrugades, UNE-EN 10080 B 500 S, de varis diàmetres.	125,000	0,81	101,25
mt10haf010nga	m³	Formigó HA-25/B/20/IIa, fabricat en central.	1,050	67,42	70,79
			Subtotal materials:		325,68
2		Mà d'obra			
mo044	h	Oficial 1ª encofrador.	2,705	26,20	70,87
mo091	h	Ajudant encofrador.	3,293	23,79	78,34
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,840	26,20	22,01
mo090	h	Ajudant ferrallista.	1,080	23,79	25,69
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en treballs de posada en obra del formigó.	0,300	26,20	7,86
mo092	h	Ajudant estructurista, en treballs de posada en obra del formigó.	1,200	23,79	28,55

3			Subtotal mà d'obra:		233,32
		Costos directes complementaris			
	%	Costos directes complementaris	2,000	559,00	11,18
				Costos directes € (1+2+3):	570,18
				Import total €:	17624,26

## INSTAL·LACIONS

m Instal·lació de canonades					
Instal·lació de canonades soterrades, de PVC i PE, amb el preu dels tubs incrementat el 15% en concepte d'accessoris i peces especials. (Fonts: Ferroplast i generadordepreus.info)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1	Materials				
	m <sup>3</sup>	Sorra de 0 a 5 mm de diàmetre.	78,9	9,82	774,50
	m	Tub de PVC-C, de 250 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	3,7	18,71	79,83
	m	Tub de PVC-C, de 200 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	18,4	11,75	248,71
	m	Tub de PVC-C, de 160 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	6,9	7,83	61,86
	m	Tub de PVC-C, de 140 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	35,2	6,95	281,50
	m	Tub de PVC-C, de 125 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	172,6	6,08	1206,28
	m	Tub de PVC-C, de 110 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	78,0	5,33	478,10
	m	Tub de PVC-C, de 90 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	160,3	4,03	743,51
	m	Tub de PVC-C, de 75 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	69,5	3,33	266,28
	m	Tub de PVC-C, de 63 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	327,9	2,87	1083,81
	m	Tub de PVC-C, de 50 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	303,0	2,17	757,41
	m	Tub de PVC-C, de 40 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	48,6	1,71	95,49
	m	Tub de PVC-C, de 32 mm de diàmetre exterior, PN=6 atm.	56,7	1,34	87,18
	m	Tub de PE, de 66 mm de diàmetre exterior, PN=4 atm	34,0	2,91	113,78
	m	Tub de PE , de 20 mm de diàmetre exterior, PN=4 atm	900	0,40	414,00
Subtotal materials:					6692,24
2	Mà d'obra				
	h	Oficial 1ª construcció.	38,123	23,58	898,93
	h	Peó ordinari construcció.	38,123	21,69	826,88
	h	Oficial 1ª lampista.	124,884	24,08	3007,21
	h	Ajudant lampista.	124,884	22,75	2841,11
Subtotal mà d'obra:					7574,13
3	Costos directes complementaris				
	%	Costos directes complementaris	2,000	14266,37	285,33
Costos directes € (1+2+3):					14551,70

U Instal·lació d'equipaments varis d'impulsió i tractament d'aigua					
Pressupost simplificat per a la instal·lació de diferents equipaments suposant la mateixa mà d'obra i amb el mateix rendiment per a cada unitat. Preus dels equips proporcionats pels fabricants.					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1		<b>Materials</b>			
	U	Tanc de 20 m <sup>3</sup> polietilè reforçat amb fibra de vidre (PRFV) amb sistema d'evacuació dual-drain "Ecotrap" i sobreeixidor extern.	20	2219,49	44389,80
	U	Tanc de 10 m <sup>3</sup> polietilè reforçat amb fibra de vidre (PRFV) amb sistema d'evacuació dual-drain "Ecotrap" i sobreeixidor extern.	11	1152,36	12675,96
	U	Tanc de 5 m <sup>3</sup> polietilè reforçat amb fibra de vidre (PRFV) amb sistema d'evacuació dual-drain "Ecotrap" i sobreeixidor extern.	8	706,93	5655,44
	U	Bomba submergible OMEGA 2A-40/145-2	1	584	584,00
	U	Bomba submergible OMEGA 4C-100/370-4	1	831	831,00
	U	Bomba submergible SULZER MF 565W	1	1906	1906,00
	U	Bomba submergible OMEGA 2C-80/220-20	1	2381	2381,00
	U	Bomba submergible OMEGA 6C-200/300-20	1	4136	4136,00
	U	Unitat de desinfecció U.V. INNOVAQUA 1PE15, 1 llum de 95W	1	538,97	538,97
	U	Unitat de desinfecció U.V. INNOVAQUA 2PE120, 2 llums de 320W	1	2502,9	2502,90
	U	Unitat de desinfecció U.V. INNOVAQUA 5PE280, 5 llums de 320W	1	5405,43	5405,43
	U	Intercanviador de calor JIANGYIN 6Z-M6B	1	1560	1560,00
	U	Bomba de calor PENTAIR XLHP-460901	2	5247,06	10494,12
	U	Hidrocicló ODIS 50820v3	1	649	649,00
	U	AZUD SpiralClean 2S	1	325	325,00
		Subtotal materials:			<b>94034,62</b>
2		<b>Mà d'obra</b>			
	h	Oficial 1ª lampista.	55,560	24,08	1337,88
	h	Ajudant lampista.	53,830	22,75	1224,63
		Subtotal mà d'obra:			<b>2562,51</b>
3		<b>Costos directes complementaris</b>			
	%	Costos directes complementaris	2,000	3211,51	64,23
			<b>Costos directes € (1+2+3): 96661,36</b>		



<b>U Instal·lació de filtre rotatiu</b>					
Pressupost simplificat per a la instal·lació del filtre rotatiu FAIVRE-Rotoclean 9-120. (Font: Aquitec)					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
<b>1</b>		<b>Materials</b>			
	U	Filtre de tambor obert FAIVRE 9-120 - Inox 316L	1	22770	22770
	U	Bomba de ascens vertical Grundfos CRN3-10	1	1281	1281
	U	Màniga de succió Ø32 mm, 2,25m CRN3-10	1	400	400
	U	Tub de pressió, bomba neteja, Ø25 mm, 2,25 m, CRN3-10	1	138	138
	U	Armari elèctric de polièster	1	1450	1450
	U	Sonda nivell d'aigua	1	548	548
		Subtotal materials:			<b>26587,00</b>
		<b>Mà d'obra</b>			
<b>2</b>	h	Oficial 1ª lampista.	4,630	24,08	111,49
	h	Ajudant lampista.	4,630	22,75	105,33
		Subtotal mà d'obra:			<b>216,82</b>
		<b>Costos directes complementaris</b>			
	%	Costos directes complementaris	2,000	1666,82	33,34
				<b>Costos directes € (1+2+3):</b>	<b>26837,16</b>

<b>U Instal·lació elèctrica i il·luminació</b>					
Pressupost general basat en altres projectes similars, mà d'obra i costos indirectes inclosos					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
	U	Caixa general de protecció de 250A completa i instal·lada	1	568	568
	U	Quadre secundari de distribució, amb els dispositius: 35 PIA de 5A, 4 Magnetotèrmics de 10A	1	1640,18	1640,18
	U	Quadre secundari de distribució amb 28 magnetotèrmics de diferents amperatges i 1 Diferencial de 300mA/80A/4p	1	2315,2	2315,2
	U	Quadre secundari de distribució amb 9 magnetotèrmics de diferents amperatges i 1 Diferencial de 300mA/160A/4p	1	1718,12	1718,12
	U	Cables conductors de coure de diferents voltatges amb recobriments de PVC i tubs corrugats de PVC	1	277,9	277,9
	U	Base endoll amb toma terra	15	22	330

U	Grup electrogen des de 20 fins a 60 Kva i dipòsit de gasoil de 400L	1	10606,74	10606,74
U	Lluminària de plàstic estanca de 2x36 W CARANDINI amb protecció IP 65 classe I	68	58	3944
U	Lluminària de plàstic estanca de 1x36 W CARANDINI amb protecció IP 65 classe I	6	42	252
U	Focus exterior fluorescent 500 w mod. MAZDA CORMORAN IPR-500	2	96,75	193,5
U	Punt llum senzill realitzat en tub PVC rígida, conductor de coure unipolar aïllats per una tensió de 750V	15	22	330
U	Llum d'emergència 2x6W amb l'equip autònom	14	110	1540
<b>Import total (€):</b>				<b>23715,64</b>

<b>U Instal·lació dels sistemes d'aireació</b>					
Pressupost simplificat per a la instal·lació dels sistemes d'aireació, suposant la mateixa mà d'obra i amb el mateix rendiment per a cada unitat. Preus dels equips proporcionats pels fabricants.					
Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
<b>Materials</b>					
U		Discs difusors SULZER PRK 300 de 9"	9	26,12	235,08
U		Tub difusor llastrat PENTAIR WD50	72	4,51	324,72
U		Unió T de tubs difusors WD	36	7,12	256,32
m		Canonada de coure rígida de 13/15mm	450	4,87	2191,5
m		Canonada de coure rígida de 16/28mm	33	8,21	270,93
U		Compressor d'aire de turbina regenerativa PENTAIR SL190	1	918,45	918,45
U		Compressor d'aire de turbina regenerativa PENTAIR S 73	1	2471,02	2471,02
Subtotal materials :					<b>6668,02</b>
<b>Mà d'obra</b>					
h		Oficial 1ª lampista.	26,45	24,08	636,92
h		Ajudant lampista.	15,60	22,75	354,90
Subtotal mà d'obra:					<b>991,82</b>
<b>Costos directes complementaris</b>					
%		Costos directes complementaris	2,000	1910,27	38,21
<b>Costos directes € (1+2+3):</b>					<b>7698,05</b>

**U Instal·lació del sistema d'oxigenació**

Pressupost simplificat per a la instal·lació dels equips d'oxigenació. Aquesta instal·lació requeriria d'un estudi previ per part del proveïdor dels injectors (Linde).

Codi	Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
1		<b>Materials</b>			
	U	Injector SOLVOX OxyStream de 0,8m	8	84	672
	U	Injector SOLVOX OxyStream de 1 m	11	126	1386
	U	Injector SOLVOX OxyStream de 1,2 m	20	189	3780
	U	Con difusor d'oxigen	1	1389,5	1389,5
	U	Unitat de producció d'oxigen CHUAVG CH-OL5C	1	2593,65	2593,65
	U	Quadre de control d'oxigenació SOLVOX	1	1849	1849
		Subtotal materials :			<b>9821,15</b>
2		<b>Mà d'obra</b>			
	h	Tècnic especialitzat	18,00	26,00	468,00
	h	Ajudant tècnic	18,00	22,75	409,50
		Subtotal mà d'obra:			<b>877,50</b>
3		<b>Costos directes complementaris</b>			
	%	Costos directes complementaris	2,000	3471,15	69,42
		<b>Costos directes € (1+2+3):</b>			<b>10768,07</b>

**U Equipaments complementaris**

Equipaments de diferents tipus que no requereixen instal·lació. Preus proporcionats per distribuïdor o basats en pressupostos similars

Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
U	Classificadora de peixos ELIMAT C3000D	1	8000	8000
U	Bomba de peixos VAKI HEATHRO 8"	1	12000	12000
U	Menjadora <i>ad libitum</i> de pèndol FIAP de 10kg	8	162,82	1302,56
U	Menjadora <i>ad libitum</i> de pèndol FIAP de 20kg	11	174,2	1916,2
U	Menjadora <i>ad libitum</i> de pèndol FIAP de 40kg	20	246,45	4929
U	Cambra frigorífica Fricontrol de conservació (0º) de 3,5*6,5*2m amb dues portes abatibles	1	11065,59	11066
	Mobiliaris i equipaments d'oficina, lavabos i altres	1	6455	6455
	<b>Import total (€):</b>			<b>45668,35</b>

**ADQUISICIÓ DEL TERRENY****Partida**

1	Compra del terreny	28.418,1 €
---	--------------------	------------

**MOVIMENTS DE TERRES I CONDICIONAMENT DE LA PARCEL·LA**

2	Esbrossada i neteja del terreny.	3.891,24 €
3	Excavació de rases per la instal·lació de canonades	1.848,57 €
4	Excavació a cel obert dels dipòsits i canals, amb mitjans mecànics.	2.119,36 €
5	Clos de parcel·la, de malla de simple torsió.	7.093,10 €
6	Estabilització d'esplanada mitjançant aportació de material.	9.173,19 €

	<i>SUBTOTAL MOVIMENTS DE TERRES I CONDICIONAMENT</i>	24.125,48 €
--	--	-------------

**CONSTRUCCIONS**

7	Construcció nau industrial	778.180 €
8	Construcció hivernacle multicapella	26.350,46 €
9	Construcció de la zona d'oficines, laboratori i lavabos/vestuaris	2.743,64 €
10	Sabata correguda de fonamentació de formigó armat per als diferents tancs d'obra	17.624,26 €
11	Construcció dels murs de formigó per a diferents tancs d'obra	16.980,46 €

	<i>SUBTOTAL COSTRUCCIONS</i>	841.878,84 €
--	------------------------------	--------------

**INSTAL·LACIONS I EQUIPAMENTS**

12	Instal·lació de canonades	14.551,7 €
13	Instal·lació d'equipaments varis d'impulsió i tractament d'aigua	96.661,36 €
14	Instal·lació de filtre rotatiu	26.837,16 €
15	Instal·lació elèctrica i il·luminació	23.715,64 €
16	Instal·lació dels sistemes d'aireació	7.698,05 €
17	Instal·lació del sistema d'oxigenació	10.768,07 €
18	Equipaments complementaris	45.668,35 €

	<i>SUBTOTAL INSTAL·LACIONS I EQUIPAMENTS</i>	225.900,33 €
--	--	--------------

TOTAL EXECUCIÓ DE MATERIALS	1.120.322,76 €
Despeses generals (13%)	1.456.41,95 €
Benefici industrial (6%)	67.219,36 €
 TOTAL EXECUCIÓ PER CONTRATA	 1.333.184,09 €
IVA 21%	279.968,65 €
 <b>TOTAL PRESSUPOST GENERAL</b>	 <b>1.613.152,74 €</b>

---

El pressupost total del present avantprojecte ascendeix a:

**UN MILIÓ SIS-CENTS TRETZE MIL CENT CINQUANTA-DOS EUROS AMB  
SETANTA-QUATRE CÈNTIMS**

Tarragona, febrer de 2020

Firmat: Lucas Orihuel Sánchez



## DOCUMENT 3: PLÀNOLS





**TUTORS:**

INGRID MASARÓ  
JOAN OCA

**ALUMNE:**

LUCAS ORIHUEL SÁNCHEZ  
ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA

AVANTPROJECTE D'UNA PISCIFACTORIA IMTA-RAS PER A LA PRODUCCIÓ DE  
50 TONES ANUALS D'ORADA I 121 TONES ANUALS D'ULVA A SANT CARLES DE  
LA RÀPITA

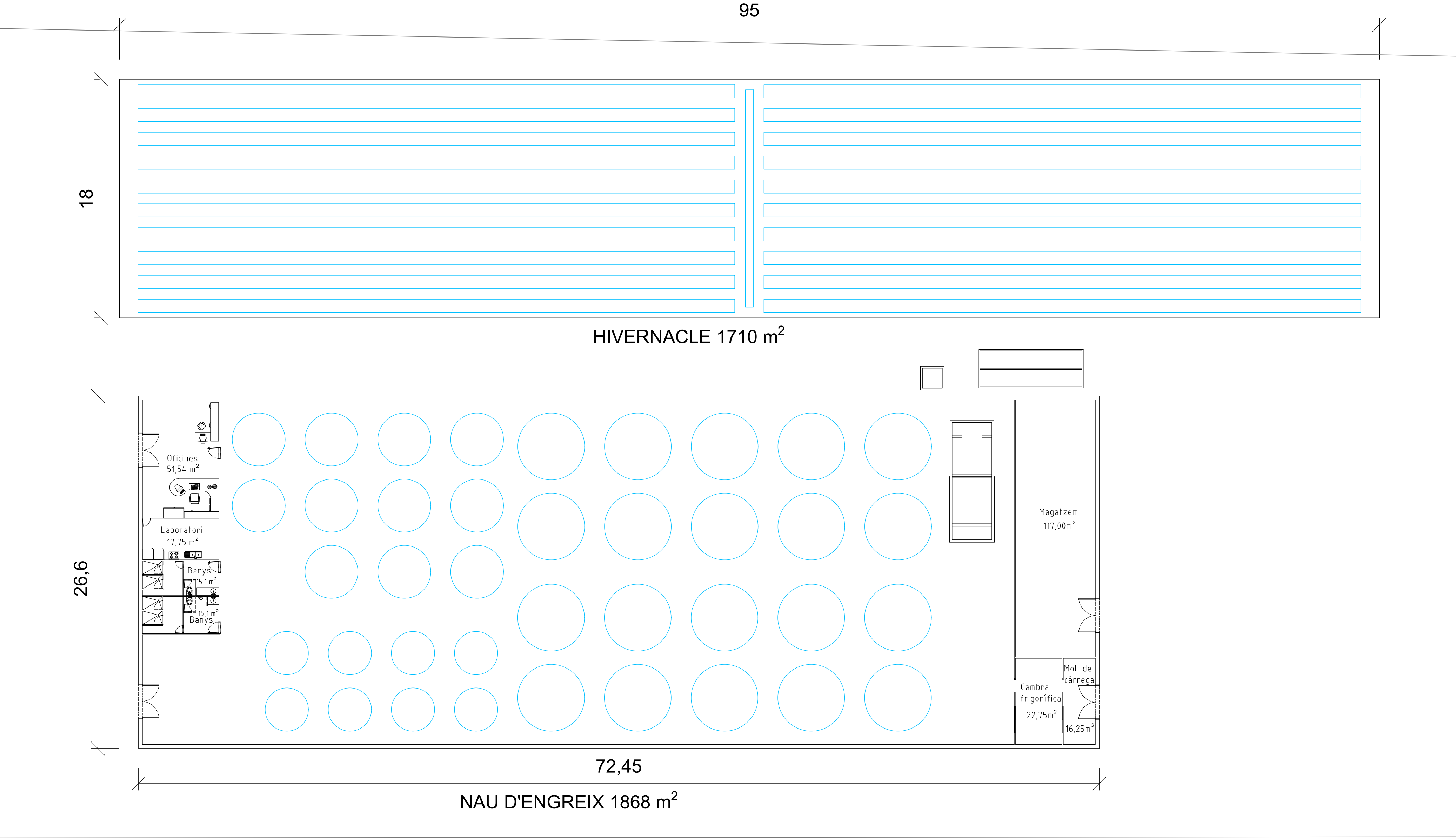
PLÀNOL:  
SITUACIÓ

A-1

ESCALA:  
1/2500

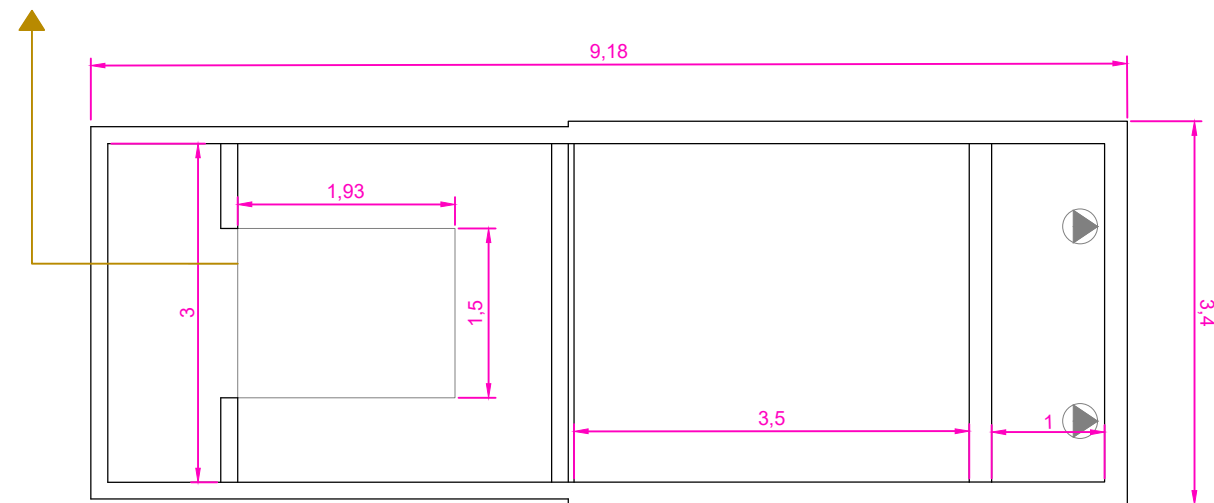
DATA:  
FEBRER  
2020



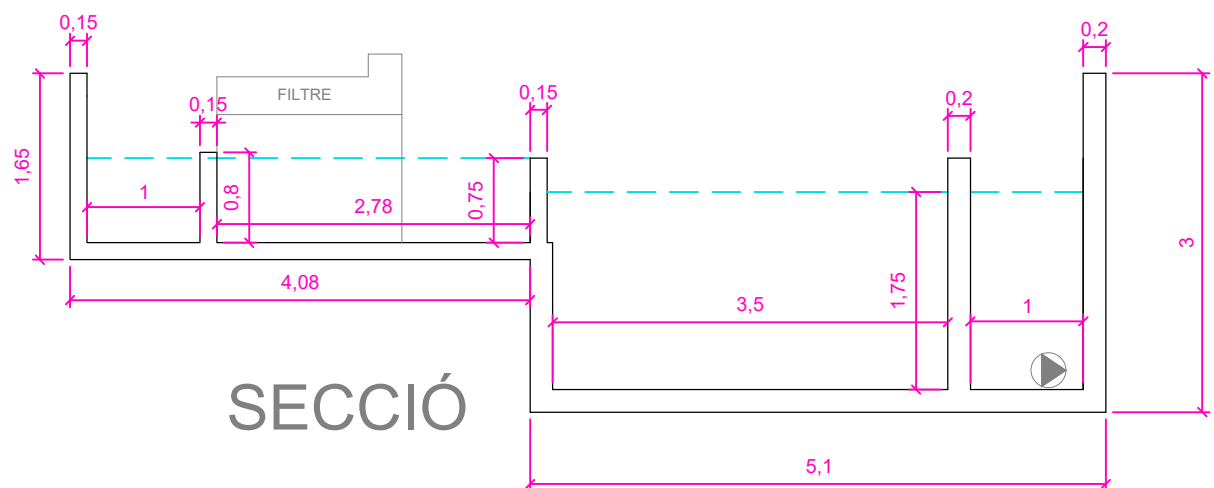




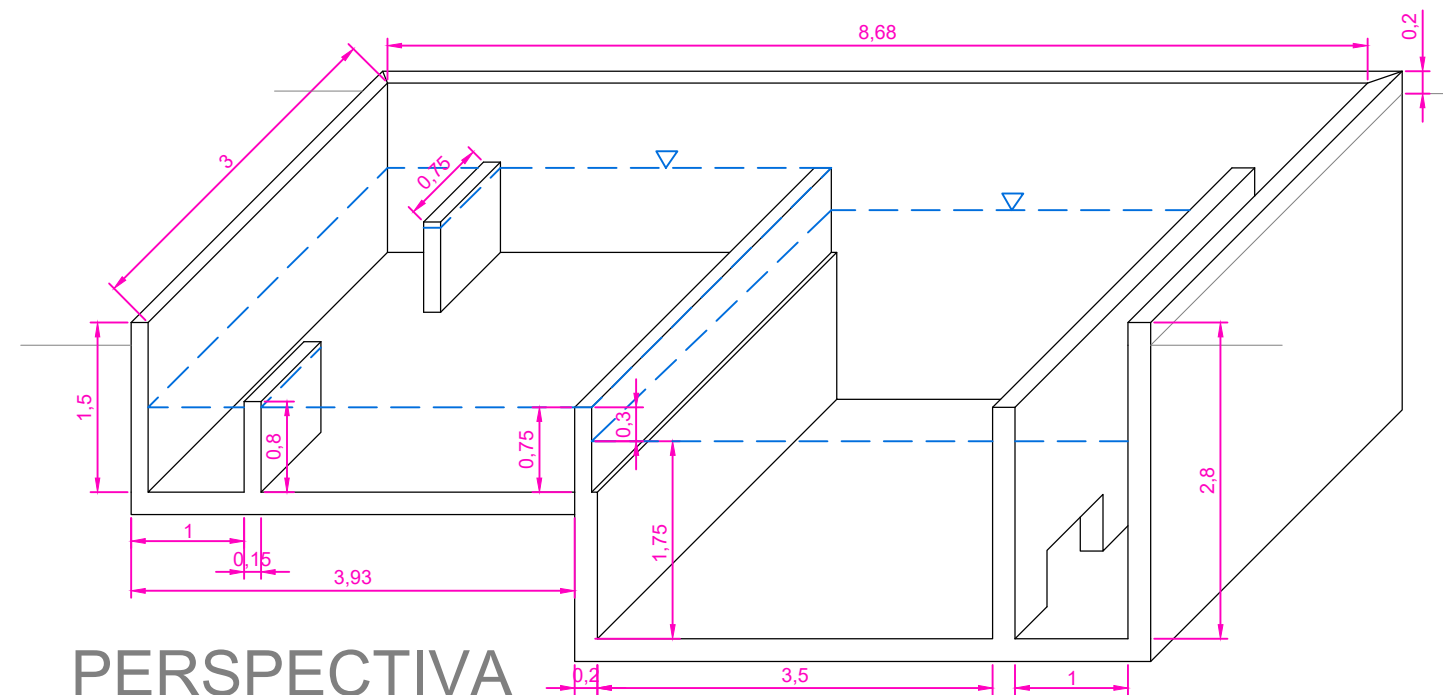




PLANTA



SECCIÓ



PERSPECTIVA

<b>TUTORS:</b> INGRID MASARÓ JOAN OCA		<b>ALUMNE:</b> LUCAS ORIHUEL SÁNCHEZ ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA		
AVANTPROJECTE D'UNA PISCIFACTORIA IMTA-RAS PER A LA PRODUCCIÓ DE 50 TONES ANUALS D'ORADA I 121 TONES ANUALS D'ULVA A SANT CARLES DE LA RÀPITA		PLÀNOL: DETALLS DEL CANAL DEL FILTRE MECÀNIC I BIOFILTRE	<b>A-4</b>	<b>ESCALA:</b> 1/75
		<b>DATA:</b> FEBRER 2020		